విజ్ఞానం విశేషాలు

సి. వి. రామన్

అనువాదం :

విస్సా అప్పారావు



నేషనల్ బుక్ ట్రస్టు, ఇండియా వారి తరపున

ప్రచురితము

విశాలాంధ్ర ప్రచురణాలయం,

విజయవాడ - 4.

ప్రచురణ నెం. 553
డిసెంబరు 1964
శక 1886 మార్గశిరం

By kind permission of the author and All India Radio and under the auspices of National Book Trust, India, New Delhi

Rs. 1-50

Published on behalf of National Book Trust, India, New Delhi 13
BY
Visalaandhra Vignana Samiti, Vijayawada-4
AND
Printed at Swatantra Art Printers, Vijayawada-4

ఉపోద్ఘాతము

భారతదేశ చరిత్రలో గవర్నర్ జనరల్ పదవిని అలంకరించిన తొలి భారతీయుడు దాక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడు. ఈయనే కాదు. మదరాసు ఇంటర్మీడియేట్ పరీక్షలో ప్రథమ ప్రయత్నంలో కృతార్థత పొంద లేకపోయినను, ఏ విశ్వవిద్యాలయము లోనూ పట్టము పుచ్చుకొనుటకు పూర్వమే లండన్‌లోని రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడిన మొదటి భారతీయుడు, గణిత శాస్త్రము నందఖండ ప్రతిభాశాలి రామానుజము కూడా దాక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడే. అట్టివాడే ఆచార్య చంద్రశేఖర వెంకటరామన్ కూడ. భౌతిక విజ్ఞాన మందు నోబెల్ బహుమానమును పొందిన మొదటి భారతీయుడు. మొదటి ఆసియా ఖండ వాసియు నీతడే. మహాకవి ఠాకూర్ 1913 లోను, వైజ్ఞానికుడు రామన్ 1930 లోను 'సూయజ్‌కు తూర్పున' నున్న భూభాగమునకు నోబెల్ బహుమానమును తెచ్చియున్నారు. సాహిత్య విషయమున ముఖ్యముగా గీతాంజలి కర్తగా ఠాకూరునూ, "రామన్ ఇఫెక్ట్" అను ప్రపంచ విఖ్యాతమైన నూతన శాస్త్ర విషయమును కనుగొన్నందుకు రామన్ నున్నూ ఈ బహుమానమును పొందిరి. కలకాలమును ప్రశంసా పాత్రములుగా నిలువగల పద్య రచనల వల్లను, నూతన భావములను, తత్వములను వెల్లడించుటవల్లను, భారతావని యొక్క ఆత్మ స్వరూపమును ప్రదర్శించి నందువల్లను, మీదు మిక్కిలి సాహిత్య రచనల కెంత మాత్రము తీసిపోని కళాసృష్టి గావించుట వల్లను, శాశ్వత ప్రపంచ శాంతిని కాంక్షించి లోక విఖ్యాతిని బడసి నవ్య భారతావనియందు వెలసిన ఋషి తుల్యుడు మహాకవి ఠాకూరు. భారతదేశం గురించి ఏ కొంచెమైనను తెలిసిన వారికి ఇచ్చట ఠాకూర్, గాంధీజీల వంటి మహాపురుషు లవతరణము ఆశ్చర్య జనకమై యుండదు. అయితే భారతదేశమందొక గొప్ప భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రవేత్త ఉద్భవించగలడని భావించిన వారి సంఖ్య మాత్రము అతి స్వల్పమే. శాస్త్రజ్ఞుల కందరికిని, అందునను

4

భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకే గాక, రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు సైతము ఎంతయో ప్రయోజన కారియై, అత్యంత ఆసక్తి కరమైనది ఈ 'రామన్ ఇఫెక్ట్'. 1928 లో తొలిసారిగా వెల్లడి అయిన పదేండ్లకే, అనగా 1938 నాటికే 'రామన్ ఇఫెక్ట్' ప్రభావాన్ని గురించిన పరిశోధనా పత్రములు వేయింటికి పైన ప్రచురించబడినవి. పిమ్మట 1948 లో ఫ్రాన్సుదేశమందలి బోర్డోలో జరిగిన ప్రపంచ మహాసభలో 'రామన్ ఇఫెక్ట్' యొక్క ఇరువదవ జయంత్యుత్సవములు జరిగినవి. నేడు పరారుణ వర్ణమూల (infrared rays) ఎక్స్ కిరణములు, ఎలెక్ట్రాన్ డైఫ్రెక్షన్ మొదలగు వానివలెనే ఈ రామన్ ఇఫెక్ట్ కూడ వివిధ ద్రవ్యములలోని అణువుల రచనా రహస్యమును తెలుసుకొనుటకు మిక్కిలి తోడ్పడినది. స్ఫటికములను గురించి, అందునా ముఖ్యముగా స్ఫటిక రాజమైన వజ్రమును గురించి, బెంగుళూరులో తానూ, తన సహచరులూ సాగించిన పరిశోధనల ఫలితములపై యెన్నో వైజ్ఞానిక పత్రములను శ్రీ రామన్ ప్రచురించి యున్నారు.

శ్రీ రామన్ విద్యార్థి దశ మిక్కిలి ప్రతిభావంతమైనది. పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రము అభిమాన విషయముగా గ్రహించి చిన్న వయస్సుననే ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో మొదటి తరగతిలో ఉత్తీర్ణుడై, వెనువెంటనే ఇండియన్ ఫైనాన్స్ సర్వీసులో ఉన్నతోద్యోగమును స్వీకరించెను. అయితే కలకత్తా విశ్వవిద్యాలయ మందు భౌతిక విజ్ఞాన శాఖలో "పాలిట్"ఆచార్య పదవిని స్వీకరించుటకై ఆయన దానిని ఇట్టే వదలివేసెను. ఆపైన రాయల్ సొసైటీ సభ్యత్వమూ, నోబెల్ బహుమానమూ, హగెన్ పతకమూ, అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో, వైజ్ఞానికులకు లభించగల అత్యుత్తమ పురస్కారములలో అగ్రగణ్యమైన ఫ్రాంక్లిన్ పతకమూ వగైరా బహుమాన పరంపర రామన్‌కు లభించినది.

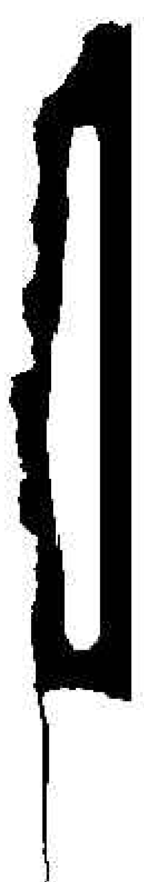
రామన్ ప్రజ్ఞాధికుడగు పరిశోధకుడును, ఆరితేరిన ఆచార్యుడునే కాక వశ్య వాక్కు గల గొప్ప వక్తకూడ. భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులలో ఆయన అద్వితీయుడు. 1947 లో ఢిల్లీలో జరిగిన ఇండియన్ సైన్స్ కాంగ్రెస్ సమావేశములో స్ఫటికములపై జరుగుచున్న పరిశోధనలను పరిచయ పరచుచు ఇచ్చిన మహోపన్యాసము విజ్ఞాన విశేషములతో కూడిన ఒక అపూర్వ శిల్ప కళాఖండమే.

మదరాసులో ఆలిండియా రేడియో వారి యాజమాన్యాన ఆచార్య రామన్‌చే ప్రసారము చేయబడిన ప్రసంగముల సంపుటి ఇది. రేడియో నిబంధనల ననుసరించి వ్రాసుకొనివచ్చి చదివిన ఈ ప్రసంగ పరంపరలో సహజ ప్రతిభా ప్రసూతమైన ఆయన ఆశుకవితా ధోరణికి ఎక్కువ అవకాశము లేకపోయినది. అయిన నేమి! అందువల్లనే ఇవి విపులపరిశోధనా ఫలితమైన అమూల్య విజ్ఞానఖని లగుచున్నవి. సామాన్యులకు సైతము సులభముగా బోధపడునట్లు, విజ్ఞాన విషయముల నందజేయవలయు నను భావము వివిధ దేశములలో జిజ్ఞాసువులైన విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులలో రానురాను ప్రబలు చున్నది. ఇంగ్లాండులో ఫారడే, హక్స్లే,సర్ విలియమ్ బ్రాగ్ మొదలైనవారు ఇదివరకే ఈ విషయములో మార్గదర్శకము కాగల గొప్ప కృషిని సాగించి యున్నారు. అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో కూడ ఇట్టి సుబోధకమగు శాస్త్రసాహిత్యము ఎంతో వెలసియున్నది. మన దేశమునందు సైతము ఇట్టి నూతన విజ్ఞాన సాహిత్య రచనా కృషికి రామన్ ప్రసంగ పరంపరయే నాందియని చెప్పనొప్పును.

భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర మభ్యసించు విద్యార్థులకును, అధ్యాపకులకు మాత్రమే కాక శాస్త్ర జిజ్ఞాసువు లందరికి కూడా ఈ ప్రసంగములు అవశ్యము పఠన యోగ్యములు. ఇది వివిధ విషయములు ఏర్చికూర్చిన సంపుటి. ప్రస్తుతః దురవగాహములైన వైజ్ఞానిక విషయము లెన్నింటినో సుబోధకముగా వివరించుటకు సర్ సి. వి. రామన్‌గారికి ఇట్టివి అనేక అవకాశములు ముమ్ముందు ఇనుమిక్కిలిగా లభించునుగాక.

బొంబాయి
జూన్ 1948

కాంతిలాల్ సి. పాండ్యా.



విషయసూచిక

1.	నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం	....	9
2.	భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు	....	14
3.	నత్త గుల్లలు	....	18
4.	ప్రకృతి రూపురేఖలు	....	23
5.	ప్రకృతిలో వెలుతురు, రంగులు	....	27
6.	కాంతి - రంగు - వాటి విచిత్రాలు	....	31
7.	కాంతి, రంగు - శాస్త్రము. పరిశ్రమ	....	37
8.	పల్లెటి పట్టులు - భౌతిక విజ్ఞానం - మన్ను	....	43
9.	పల్లెటి పట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - నీరు	....	49
10.	పల్లెటి పట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - వాతావరణ స్థితి	....	55
11.	గాజు అద్భుత గాథ	....	60
12.	వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి	....	65
13.	నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు - స్ఫటిక నిర్మాణము	....	70
14.	నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం - ఘన స్థితి	....	75
15.	నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు - విశ్వ కిరణములు	....	81
16.	నక్షత్ర జగత్తు	....	87
17.	నక్షత్ర జగత్తు	....	93
18.	భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం	....	99
19.	శాస్త్ర దృష్టి	....	103





1. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానము

ఈ రాత్రి నా యీ ప్రసంగాన్ని వినే శ్రోతలలో ఐర్లాండు దేశస్థులెవరైనా ఉంటే "అయ్యా నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం అవతరించి ఎన్నాళ్ళయింది?" అని అడగవచ్చు. వారికి నా జవాబు: "ఇది పుట్టి అప్పుడే నలభై మూడేళ్ళయింది. నాటి నుండి నేటివరకు సర్వతోముఖంగా వర్థిల్లుతూనే ఉంది" అని. పుట్టీపుట్టగానే ఈ బిడ్డ వాణి ప్రపంచమంతా వినిపించింది. రాన్జన్ అనే జర్మనీ దేశపు భౌతిక విజ్ఞాని అద్భుత గుణములు కల ఒక నూతన కిరణ ప్రసారాన్ని కనుగొనినాడన్న సంగతి ప్రచురించబడగానే ప్రపంచమంతటా ఒక పెద్ద సంచలనం కలిగింది. వీటినే మనం ఈ నాడు రాన్జన్ కిరణములు లేక ఎక్స్ కిరణములు అంటున్నాము. ప్రయోగరీత్యా కనిపెట్టిన ఈ విషయము ఎన్నెన్నో మహత్తర పరిణామములకు మూలమైనది. ధైర్యముతోను, ఓపికతోను పరిశోధనలను చేసినచో పంధొమ్మిదవ శతాబ్దపు భౌతిక విజ్ఞానులు కలలోనైన భావించి ఎరుగని ప్రకృతి రహస్యాలను దీని మూలంగా తప్పక కనిపెట్టగలమనే ధృడ విశ్వాసాన్ని నాటి శాస్త్రజ్ఞులకు కలిగించింది. నిజానికి రాన్జన్ కిరణాల ఆవిష్కారమే నవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి నాంది. నాటినుండి నవ్యోత్సాహముతో నూత్న వినూత్న పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఇంకా జరుగుతున్నాయి. ఫలితముగా ప్రయోజనములోను, ప్రాముఖ్యములోను రాన్జన్ అద్భుత పరిశోధనలను సైతము మించిన విశేషము లెన్నియో తెలిశాయి. గడచిన ఏభై సంవత్సరాలలోను నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం మహాప్రవాహ సదృశంగా పురోగమిస్తోంది. పర్యవసానంగా అనేక కొత్త విషయాలను వైజ్ఞానికులు కనుగొంటూ ఉండడం, ఈనాటివారికి పరిపాటి అయిపోయింది. అందువల్ల దానిని కనిపెట్టినవారికి తప్ప ఇతరులెవ్వరికిన్నీ – ముఖ్యంగా విజ్ఞానులకు ఆ సంగతి పూర్వంలోవలె వింతగానూ విడ్డూరంగానూ కనుపించడంలేదు. అయితే ఈనాడు నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాతలైన వారిపేర్లూ, వారి పరిశోధనల ఫలితాలు భౌతికశాస్త్ర విద్యార్థులందరికీ పరిచయమే. వీరందరూ తమ తమ దేశస్థులని ఆ యా దేశాలవారు సగర్వంగా

చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. కాని నిజానికి వారు ఏ ఒక్క దేశానికీ చెందినవారు కారు. వారు విశ్వ పౌరులు. అందునా అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక వ్యవస్థకు చెందినవారు. అయితే వారందరిని గురించి కాక తమ అమోఘ పరిశోధనలచే మార్గ దర్శకులైన ఇరువురు మహనీయులను గురించి మాత్రమే పేర్కొన దలచాను. కీర్తి శేషులైన లార్డ్ రూథర్‌ఫర్డ్, మదామ్ క్యూరీ వంటి వైజ్ఞానిక శ్రేష్ఠులతో కలిగిన వ్యక్తిగత పరిచయ స్మృతులే నా వంటి వైజ్ఞానికులకు నిత్యోత్తేజకములైన అమూల్య నిక్షేపము. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం యొక్క అభివృద్ధికి వారు చేసిన దోహదం మిక్కిలి ప్రశంసనీయమైనది. సమకాలీన వైజ్ఞానికులపై వైజ్ఞానిక కృషిపై వారి ప్రభావం ఇంతింతని చెప్పజాలనంతటిది.

కేవలం ప్రయోగశాలలో జరిపిన పరిశోధనా ఫలితములమీదనే నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాణం ఆధారపడినదన్న భావాన్ని కలిగించడం నా అభిమతం కాదు. వాస్తవ పరిస్థితి ఇందుకు కేవలం భిన్నమైంది. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం ఈనాడు ఇంతగా వర్ధిల్లిందంటే అందుకు కారణం ప్రతిభావంతులూ, ప్రకృతి తత్వజ్ఞాతలూ అయిన శాస్త్రజ్ఞులు దూరదృష్టితో ప్రతిపాదించిన నవీన సిద్ధాంతములే. అవే నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రపు అద్భుత పురోగతికి ప్రాతిపదికలు. ఐన్‌స్టయిన్‌ను గురించి నవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రధాన ప్రాతిపదికగా ఆయన వివరించిన సాపేక్షవాదాన్ని గురించి విననివా రుండరు. అయితే ఆచార్య నీల్స్‌బోర్‌ను గురించి చాలా మందికి తెలియకపోవచ్చు. ఆయన డెన్మార్క్ దేశస్థుడు. కోపెన్‌హాగెన్‌లో ఉండేవాడు. (ఈయన రూప చిత్రాన్ని మా మేడలో మెట్లకుపైన లార్డ్ రూథర్‌ఫర్డ్ చిత్రానికి ఎదురుగా తగిలించాము.) ఈ డెన్మార్క్ ఐరోపా ఖండంలోని దేశా లన్నింటిలోకి చిన్నది. నేటి నవ్య భౌతిక విజ్ఞాను లందరిలోకి ఈయనే అగ్ర గణ్యుడని అస్మదాదుల అభిప్రాయం. పరమాణువుల నిర్మాణమును గురించి ఆయన ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలు అనేకమంది పరిశోధకులను ఉత్తేజపరచి, ప్రయోగాత్మక మైన పరిశోధనలు సాగించడానికి ప్రేరేపించాయి. నిజానికి మానవ మేధస్సు సాధించగల ఘన విజయాలకు తిరుగులేని నిదర్శనాలు. పరమాణు విచ్ఛేదనంవల్ల, తత్వాంతరీకరణంవల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక విశేషాలతోబాటు, నేటికీ అపరిష్కృతా లుగా ఉన్న గడ్డు సమస్యలకు ప్రయోగాత్మకమైన పరిష్కార మార్గాలను సూచించ సమర్థుడైన మేధావి ఈయన. ఇంతకీ నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన దేమిటి? ఇది తెలుసుకోవాలంటే అర్ధశతాబ్దం క్రిందట నాడు నే చదువుకున్న మదరాసులో

కళాశాలలలో బోధించిన భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రాన్నీ, నేడు బోధించబడుతున్న భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర విశేషాలను పోల్చిచూడడ అవసరం. వేడి, వెలుతురు, ధ్వని, విద్యుదయస్కాంత శక్తులు వగైరా ద్రవ్య లక్షణాలను గురించి నాటి భౌతిక శాస్త్రం ఎంతోవిపులంగా వివరించింది. అయితే అణువులను గురించి, పరమాణువులను గురించి, వాటిరచనా రహస్యాలను గురించి, వివరించడంలో ఏ కించిన్మాత్రంగానో తప్ప పూర్తిగా విఫలమైందనే చెప్పవలసిఉంది. నాటి భౌతికవిజ్ఞానపు ప్రాతిపదికలు, అవధులు బహుపరిమితమైనవి కావడమే దీనికి కారణం. ఏ రూపంలో వున్నా ద్రవ్యమంతా అణువులు, పరమాణువుల కూర్పువల్లనే ఏర్పడినదని చెప్పి, వాటి స్వరూప స్వభావములను వివరించే సిద్ధాంతములను కనుగొనిన తరువాతనే అసలు ప్రాతిపదికలు ఏర్పడ్డాయి. ఆ మీదనే ద్రవ్యం యొక్క భౌతిక లక్షణాలను గురించి ప్రయోగాత్మకంగా విపుల పరిశీలనలకు వీలు కలిగింది. ఈ ప్రకారంగా పూర్వ భౌతిక విజ్ఞానం వివిధ శాఖలలో గణనీయమైన అభివృద్ధి సాధించబడింది. పైగా ప్రాచీన భౌతిక విజ్ఞానులు అదివరకు ఎన్నడూ ఊహించి యుండని నూత్న, వినూత్న విశిష్ట లక్షణములతో కూడిన ఒక నవ ప్రపంచం నవ్య భౌతిక విజ్ఞానులకు లభించింది.

ఇంతటితో తృప్తిపొందక ఈ నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం రసాయన శాస్త్రరంగంలో ప్రవేశించి అణు రచనలద్వారా పరమాణు ప్రక్రియలకు క్రొత్తభాష్యం చెప్పింది. అయితే ఈ పని కేవలం అనవసరమని భావించడానికి లేదు. రసాయినిక సమ్మేళనం జరిగినప్పుడు అందుకు కావలసిన, లేదా ఆ సందర్భంలో విడుదల అయ్యే శక్తి పరిమాణం సందర్భాను సారంగా మారుతూ ఉంటుందన్నది ఒక ముఖ్యమైన రాసాయినిక శాస్త్ర విశేషం. కాని రసాయినిక మార్పుల నిజతత్వమును భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్ర సిద్ధాంతములవల్ల మాత్రమే తెలుసుకో గలుగురాము. ఇదే రాసాయినిక భౌతిక విజ్ఞానంగా రూపొందింది. ఈ నూతన విజ్ఞానం అమోఘంగా, ఊహాతీతంగా అభివృద్ధి చెందింది. నిజానికి అచిరకాలంలోనే విశుద్ధ రసాయన సిద్ధాంత విజ్ఞానం కూడా గణిత శాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా పరిగణింప బడగలదని ఆశించవచ్చు.

అద్భుతమైన ఈ విజయ పరంపరకు ఆధారమేమిటి? ఇందుకు కారణం అణు భౌతిక విజ్ఞాన రంగంలో న్యూటన్ చలన సిద్ధాంతములను వదలి వాని స్థానే పరమాణు చలనానికి సంబంధించిన కొత్త సూత్రాలను చేపట్టటమే. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి సంబంధించిన వివిధ సిద్ధాంతాలను గురించి విపులంగా వివరించాలంటే చాలా

చెప్పాలి. కనుక భౌతిక లక్షణాలకు సంబంధించినంత వరకు వెనుకటి దృక్పథాన్ని, తత్సంబంధమైన వివరణలనూ ఇవి పూర్తిగా తారుమారు చేశాయని చెబితే ప్రస్తుతానికి చాలు ఈ నూతన సిద్ధాంతాలను పూర్తిగా అవగాహన చేసుకోవడానికి తగిన అవకాశం ఈ నాటి వారి కింకా లభించలేదు. అయితే విభిన్నములైన వివిధ సమస్యలను జయప్రదంగా పరిష్కరించ గలగడంలో నవ్యభౌతిక విజ్ఞాన వికాసం సార్థకమైంది. భావితరాలవారికి ఇట్టి నూతన వైజ్ఞానిక దృక్పథం పూర్తిగా పరిపాటి కాగలదు. కృతకములైన తత్త్వాంతరీకరణ పద్ధతుల ద్వారా మూల ద్రవ్యాలను కొత్త కొత్త రాసాయినిక మూలద్రవ్యాలుగా మార్చ గలగడం నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన ఘన విజయాలలో ఒకటి. దానిని గురించి ఇక్కడ స్థూలంగానైనా ప్రస్తావించవలసి ఉంది. లార్డ్ రూథర్‌ఫర్డ్ రచనలలో చిట్ట చివరిది "న్యూయర్ ఆల్‌కెమి" అనే చిన్న గ్రంథం. అందులో ఈ నవ్యాతి నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలన్నిటినీ సులభ సుందరంగా ప్రస్తావించాడు; అందులో వివరించబడిన ఈ వైజ్ఞానిక పురోగతి అంతా కేవలం యాదృచ్ఛికంగా లభించింది కాదు. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రధాన ప్రాతిపదిక అయిన అణు రచనకు సంబంధించిన విపుల పరిశోధనం వల్లనే మనకు లభించింది. నిజానికి మూల ద్రవ్యాల రసాయినిక ధర్మాలను స్వల్పమైనవీ సాంద్రమైనవీ అయిన వాటి వాటి పరమాణు కేంద్రకములను బట్టి నిర్ణయించవచ్చు. విద్యుద్వేగంతో ముందుకు దూసుకుపోయే పరమాణు శకలాలతో ఒక మూల ద్రవ్యపు పరమాణువులను భేదించుట వలననే పరమాణు పరివర్తనము ప్రవర్తిల్లుతుంది. ఈ ప్రకారంగా సృష్టించబడిన మూల ద్రవ్యాలలో అనేకం రేడియో ధార్మికశక్తి ప్లావితమై ఉంటున్నాయి. అనగా అవి విద్యుత్కణాలను విడిచిపెడుతూ తమంతట తామే నూతన మూల ద్రవ్యాలుగా తత్త్వాంతరీకరణ చెందుతూ ఉంటాయి. సహజ సిద్ధమైన రేడియో ధార్మికశక్తి కల ఇతర మూలద్రవ్యాలలో కూడా ఇలాగే జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ కొత్త పద్ధతిలో రసాయినిక మూలద్రవ్యాల సంశ్లేషణ కృషిలో ఉపయోగం కాగల వేగవంతమైన పరమాణు శకలాలను మహాశక్తి మంతములైన విద్యుద్యంత్రాలు తయారు చేస్తాయి.

ఇవి కొన్ని ప్రత్యేక ఉపాయాలద్వారా పరమాణుగర్భ విదళనానికి వినియోగపడే పరమాణుశకలాల ప్రయాణ వేగాన్ని అనేకకోట్ల వోల్టుల తుల్యవేగానికి వృద్ధి చేస్తాయి. పారిస్ నగరంలో జరిగిన అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక మహాసభకు వెళ్ళినపుడూ ఆ తరువాత దేశాంతర పర్యటనలోను ఈ మహత్తర విద్యుద్యంత్రములు పని చేస్తుం

డగా చూచేభాగ్యం నాకు కలిగింది. ప్రజ్ఞాధికమూ నవ్యమూ అయిన వీటి నిర్మాణం, విని యోగం అన్నీకూడా నవీన భౌతిక విజ్ఞానపు లక్ష్య లక్షణాలకు ప్రతి బింబములని చెప్ప వలసి ఉంది.

నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం వలన మనకు ఎంతో జ్ఞానలాభం కలిగింది. మంచికైనా చెడ్డకైనా ఈ క్రొంగొత్త పరిజ్ఞానం వలన ప్రకృతి శక్తులు మరింతగా మన వశవర్తు లయాయి. ఈ మధ్యకాలంలో మానవ జీవితంమీదనూ, కార్యకలాపాలమీదనూ, నవ్యభౌతిక విజ్ఞానపు ప్రాబల్యం ప్రభావం శతవిధాల ప్రసరించాయి. అయితే విజ్ఞానపు పరమ ప్రయోజనం విజ్ఞానాభివృద్ధేనని భావించేవారే శాస్త్ర వేత్తలలో అగ్ర గణ్యులుగా ఎల్లప్పుడూ పరిగణించ బడుతున్నారన్న విషయాన్ని మనం మరచి పోకూడదు.

....

2. భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు

ప్రకృతియొక్క స్వరూప స్వభావాలను, దాని పోకడలను గుర్తించి తెలిసికోవడమే విజ్ఞాన శాస్త్రాభ్యాసం యొక్క, విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిశోధనల యొక్క పరమ ప్రయోజనం. భౌతిక విశ్వ నిర్మాణంలో వినియుక్తమైన మూల ద్రవ్యాల రచనా రహస్యాలను, వాటి ప్రవర్తనకు పరిణామానికి సంబంధించిన ప్రధాన సూత్రాలను కనిపెట్టు బాధ్యత శాస్త్రజ్ఞులది. ఇందుకై అనేక సంవత్సరాలుగా అంతులేని అన్వేషణ అవిచ్ఛిన్నంగా సాగుతూనే ఉంది; అయితే ఇంతవరకు గమ్యం దరిదాపులకు చేరుకోలేక పోయినా అపారమైన జ్ఞాన లాభం మాత్రం కలిగింది. ఈ జ్ఞాననిధి లోభివాని సంపాదనవలె ఒక్కచోటనే పేరుకు పోకుండా కావాలన్న వారందరికీ స్వేచ్ఛగా లభిస్తోంది. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిన విషయాలు, ఆవిష్కరించిన వైజ్ఞానిక సత్యాలు నిర్మాణ కుశలులైన ఇంజనీర్లకూ, రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకూ, జీవశాస్త్రజ్ఞులకూ అమోఘంగా తోడ్పడడమే కాకుండా కాలక్రమేణా ప్రపంచ క్షేమానికీ సిరిసంపదల అభివృద్ధికీ ఎంతగానో ఉపకరించుతాయి.

ప్రకృతి స్వరూప స్వభావాలను, దాని లోతుపాతులను పూర్తిగా తెలుసుకోవడమే భౌతిక విజ్ఞానుల పరమ లక్ష్యం. ఈ లక్ష్య సాధనలో వారికృషి నిత్య వ్యవహారాలకు అతీతంగా ఉండే అనేక విషయాలకు సంబంధించి ఉండవచ్చు. నిజానికి దాని సంగతి సామాన్యులకు పట్టదు. దీనికి నిదర్శనంగా విశ్వకిరణ పరిశోధనను గురించి పేర్కొనవచ్చు. సుప్రసిద్ధ భౌతిక విజ్ఞాను లెందరో ఇందుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను సాగిస్తున్నారు. ఇట్టి పరిశోధకులలో అగ్రగణ్యుడు ఆచార్య ఆర్. ఎ. మిల్లికన్. ఈయన భారత దేశంలో విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావాన్ని, వాటి పుట్టు పూర్వోత్తరాలను గురించి తెలుసుకోవాలనే ఆకాంక్షతో మనదేశానికి వచ్చారు. ఇవి ఎలాగ ఉత్పత్తి అవుతున్నవో నేటివరకు పూర్తిగా అవగాహన కాక పోయినప్పటికీ ఈ విశ్వకిరణ ప్రభావ పరిశోధనలవల్ల భౌతిక విజ్ఞాన రంగంలో అనేక విధాలైన సత్ఫలితాలు సమకూరాయి. విశ్వకిరణ ప్రసారం వలన మన భూమి

గ్రహిస్తున్న మొత్తంశక్తి ప్రతిరాత్రి నక్షత్ర కాంతిద్వారా లభిస్తున్న శక్తికి ఇంచు మించు సమానం కావడంచేత స్థూలదృష్టికి దీని ప్రాముఖ్యం గోచరించక పోవచ్చు. ఇది వ్యక్తమయ్యేతీరు కోట్లకొలది ఎలెక్ట్రాను వోల్టుల తులమానంలో మాత్రమే చెప్ప వీలయినది. నిజానికి ఇది పరిశోధనాగారాలలో అత్యంత ఆధునిక పరికరాలతో సైతం ఉత్పత్తి చేయజాలనంతటి గురుతర శక్తి. కనుక ఇది ఎంతో ముఖ్యమైన విషయం. అణోర నీయమైన ప్రతి విశ్వకిరణమూ మహతోమహీయమైన శక్తికి ప్రతి రూపమేనన్న నమ్మకమూ, పరిశోధనా గారాలలో పట్టి చూడడానికి సాధ్యం కాని ప్రకృతి లక్షణాల పరిశీలనకూ ఇది తోడ్పడగలదనే ఆశా, పరిశోధకులలో ప్రబలమైన ఆసక్తిని రేకెత్తించాయి.

మన చుట్టూ ఉన్న వాతావరణములో నుంచి కాని, అడ్డము వచ్చిన ఏ ఇతర ద్రవ్యం నుంచి కాని, విశ్వకిరణములు దూసుకు వెళ్ళినప్పుడు ధన, ఋణ విద్యుదావేశము గల ఎలక్ట్రాను కణముల జంటలను వెదజల్లుకుంటూ పోతాయి. ఇందులో ధన విద్యుదావేశం గల ఎలెక్ట్రానును 'పోజిట్రాను' అని కూడా అంటారు. దీని ఉనికి మొట్టమొదటి సారిగా విశ్వకిరణ పరిశోధనల మూలంగానే తెలియ వచ్చింది. అలాగే ఇంకొక ప్రత్యేక కణము యొక్క ఉనికిని గురించి కూడా ఇటీవలే తెలుసుకో గలిగారు. దీనిని "భారవంతమైన ఎలక్ట్రాను" అనీ "మీజోట్రాను" అని "మీజాన్" అనీ అనేక విధములుగా వ్యవహరిస్తున్నారు. దీని ఉనికి విశ్వకిరణాలపై సాగిన పరి శోధనల ఫలితంగానే స్థిరపడింది. దీనికి దానంతటదే అప్రయత్నంగా మామూలు ఎలెక్ట్రానుగా మారునట్టి అసాధారణ గుణం ఉన్నట్టు కనబడుతోంది. కనుక దీని మనుగడ కేవలం తాత్కాలికమైంది. అయితే ఇది "మేఘపు అర" (ఆంగ్లంలో క్లౌడ్ ఛేంబర్) అనబడే వైజ్ఞానిక పరికరంలో నుంచి ప్రయాణిస్తూ మామూలు ఎలె క్ట్రానుగా మారిపోతున్న సమయంలోనే దాని గమన పథాన్ని ఒక బ్రిటిష్ భౌతిక విజ్ఞాని ఛాయాచిత్రంగా గ్రహించగలిగాడు కూడా.

ఎలెక్ట్రాను కన్న, "మీజోట్రాన్" కన్న చాలా బరువైన విద్యుత్కణాలను కూడా సాధారణ ద్రవ్యాలనుంచి విశ్వకిరణములు అప్పుడప్పుడు వెలువర్చ గలిగినట్టు కనబడుతుంది. ఈ భార విద్యుత్కణముల స్వభావం ఇంకా పూర్తిగా నిర్ధారణ కాలేదు. కాని కనీసం కొన్ని సందర్భాలలో 'ప్రోటాను' లైనట్టు గోచరిస్తున్నాయి. ప్రోటానులు ధన విద్యుదావేశం గల హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకములు. ఇవి ఇతర రసాయినిక మూలద్రవ్యాలలో నుంచి విశ్వకిరణాలు దూసుకుని పోయేటప్పుడు

వాటి పరమాణు కేంద్రముల నుంచి విడివడిన ధన విద్యుదావేశం కల శకలాలని భావించవచ్చు.

విశ్వకిరణ పరిశోధనకై మిక్కిలి సున్నితమూ, సమర్థమూ అయిన పరికరాలెన్నో నిర్మించ బడినవి. పైన పేర్కొన్న మేఘపు అర వానిలో ఒకటి. ఇందులో ఏమి జరుగుతుందంటే నలువైపులా చక్కగా మూయబడి ఉన్న ఈ అరలో బంధించబడిన తడిగాలి ద్వారా విశ్వకిరణములు ప్రసారం చేయబడతాయి. తక్షణమే అందులోని తడిగాలి వ్యాకోచం చెందించబడుతుంది. ఈ వ్యాకోచం వల్ల గాలి ఒక్కసారిగా చల్లబడిపోతుంది. అందువల్ల అందులోని తేమ విశ్వకణములు పోవు మార్గముల పొడవునా నీటి బిందువులుగా ఘనీభవిస్తుంది. అప్పుడు విశ్వకణముల స్థితి దృగ్గోచర మవుతుంది. ఆ సమయంలో వాటిని మెరుపువలె మెరిసే కాంతి రేఖ సాయంతో ఛాయా చిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. కొన్ని ప్రయోగములలో ఈ మేఘపు అరను శక్తివంతమైన ఒక విద్యు దయస్కాంతపు ధ్రువముల మధ్య అమర్చుతారు. విశ్వకిరణ జన్య విద్యుదావేశితములైన కణములు అయస్కాంత క్షేత్రములో ప్రయాణించుట వలన వాటి మార్గము వంపు తిరుగుతుంది. అట్టి స్థితిలో తీయబడిన ఛాయాపటములో కణముల మార్గపు వంపునూ, సాంద్రతనూ, జాగ్రత్తగా పరిశీలించి వాటి స్వరూప స్వభావాలనూ, విద్యుదావేశ పరిమాణాన్ని, శక్తినీ, ఇతర గుణగణములనూ తెలుసుకొనవచ్చును. అమెరికన్, భౌతిక విజ్ఞాని ఒకాయన మేఘపు అరనూ, విద్యుదయస్కాంతమునూ, కెమేరాను తీసుకొని ఒక విమానంలో 30,000 అడుగుల ఎత్తునకు వెళ్ళి అక్కడ విశ్వకిరణముల తాకిడి వలన పరమాణు కేంద్రకములలో సంభవించు ప్రేలుడుల ఛాయా చిత్రములు పెక్కింటిని సంపాదించుకొని వచ్చినాడు.

గైగర్ కౌంటర్ అనునది ఇంకొక సున్నితమైన సాధనము. ఇది విశ్వకిరణ కణములను లెక్కించును. ఒకగొట్టములో బంధించబడిన గాలి లేదా ఆవిరిలోనుండి విశ్వకిరణములు ప్రసరించినపుడు అది తాత్కాలికముగా విద్యుద్వాహకముగా మారినందున మొదటిదానికి అనుబంధంగా విద్యుత్ప్రవాహమేర్పడి గణకయంత్రం పని చేయడం ప్రారంభమవుతుంది. ఇట్టిగొట్టములను రెండు మూడింటిని ఒకదాని తరువాత ఒకటి ఒక తిన్నని వరుసలో అమర్చి, వానిగుండా విశ్వకిరణములను ప్రసరింపచేసినపుడు అవన్నీ ఏకకాలములో పనిచేసి, విశ్వకిరణములువచ్చే దిశను సైతము తెలియచేయు విశ్వకిరణ దూరదర్శినిగా పనిచేయ గలదు.

విశ్వకిరణ పరిశోధనద్వారా మనకు లభించుచున్న నూతన విజ్ఞానం భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞునికి ఎంతో ఆసక్తికరమైనది. ఇది కాలక్రమేణ మానవజాతి యొక్క శాస్త్రి దృక్పథమును పూర్తిగామార్చి, తుదకు మానవజాతి సంక్షేమమునకు తోడ్పడ గలదని వేరే చెప్పనవసరంలేదు. కాని ఈ వైజ్ఞానిక కృషిలో పాల్గొనకుండా పైనుండి చూచి ఆనందించే[ప్రేక్షకులకు మాత్రం కొంత ఓరిమి అవసరం.

3. నత్తగుల్లలు

సముద్రపుటొడ్డున నత్తగుల్ల లేరడం పిల్లలకు మాత్రమే తగిన వినోదమని నేటివారు అభిప్రాయ పడవచ్చు. కాని నూరేండ్లనాడు నాగరికు లందరికి మిక్కిలి ఆనందకరమైన వినోద వ్యాసంగంగా ఉండేది. శంఖాలు వగైరా గుల్లల రూపు రేఖ లను పరిశీలించే ఔత్సాహికులు ఇందుకోసం చాలా సొమ్మే ఖర్చుపెట్టేవారు. అపురూపమైనవీ, అందమైనవీ అయిన వాటికి ఎంత ధరఅయినా పెట్టేవారు. ఇలా సేకరించబడిన వాటిలో చాలాభాగం వివిధ దేశీయ వస్తు ప్రదర్శనశాలలలో నేడు భద్రపరచబడి ఉన్నాయి. వీటిని సావకాశంగా పరిశీలించ దలచిన విద్యార్థు లందరికీ ఇవి అక్కడ అందుబాటులో ఉన్నాయి. నేనుకూడా స్వల్పంగానైనా గుల్లలను పోగుచేసే వాణ్ణి. ఈ గుల్లల తయారీలో ప్రకృతి ప్రదర్శించిన నిర్మాణ వైచిత్రిని మెచ్చుకొనడంలో నాకుగల ఉత్సాహమును నా శ్రోతలలో కొందరికైనా సంక్రమింప చేయగలిగితే చాలా సంతోషిస్తాను. నిజానికి శంఖాలను గురించి శ్రద్ధవహించడం సముచిత వ్యాసంగమేనని మీలో కొందరికైనా అనుభవైక వేద్యం కాకపోదు. అందులో ఎంతో ఆనందం ఉంది. ఈ నత్తగుల్లల సాహచర్యం మనకు కొత్త వింత కావచ్చు కాని, పాములతో ఉన్నంత జుగుప్సాకరమూ కాదు. అసహ్యకరమూ కాదు.

నిర్జీవమైన గుల్లను దేనినైనా చూచి నప్పుడు అందులో ఒకప్పుడు జీవ చైతన్యంగల ఒకానొక ప్రాణి నివసించేదనీ, అది తన జీవన సంగ్రామంలో ఆత్మ రక్షణకు అనువైన గూటిని కొంచెం కొంచెంగా నిర్మించుకుంటూ వచ్చిందనీ, దానితో పాటు గూడుకూడా ఎదుగుతూ ఇంత అయిందనీ జ్ఞాపక ముంచుకోండి. వస్తుతః ఎంతో ఆసక్తి కరమైన ఈ శంఖ పరిశీలనా వ్యాసంగం, దాని ప్రాముఖ్యాన్ని గ్రహించినప్పుడు మరింత ఆసక్తికర మవుతుంది. నిజానిక ఈ గుల్లలను పరిశీలించడమంటే అవనీతలం మీద ఆవిర్భవించిన అతి ప్రాచీన జీవకోటులలో ఒక దానిని గురించి తెలుసుకోవడ మన్నమాట. ఇవి అల్పప్రాణులే కావచ్చు. అయితే నేమి వీటి ప్రాముఖ్యం వీటికుంది. వీటి ఆకారం పరిమాణం వర్ణవైవిధ్యం. శిల్పం, అంద

చందాలూ బహువిధాలు. ఈ అల్పప్రాణి తనకై ఇన్నివిధాల, ఇంత అందమైన ఆకారాలను ఎందుకోసం, ఏలాగున నిర్మించు కుంటోదీ అని ఆలోచించినప్పుడు దాని జీవ రహస్యం మరింత నిగూఢమైనట్టు అనిపిస్తుంది. దానియందు మన ఆసక్తి ఇతోధిక మవుతుంది.

శంఖాలమీద నత్తగుల్లలమీద ధ్యాస పెరిగితే నేలమీదనూ, మంచినీటిలోనూ సముద్రములోనూ ఉండె ఈ జాతి జీవులు అనేక రకాలుగా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయని త్వరలోనే తెలుసుకో గలుగుతాము. వీటిల్లో దాదాపు లక్షకు మించిన రకాలున్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. వీనిలో సూక్ష్మదర్శిని సాయంతో కొన్ని చూడలేనంత చిన్నవీ, స్నానాని కుపయోగపడే తొట్టెలంత పెద్దవీ ఉన్నాయని తెలుసుకున్నారు. వీటిల్లో ఒక్కొక్కటి అరబన్ను బరువుండే బ్రహ్మాండమైనవి కూడా ఉన్నాయి.

ఆకారములలోను, రంగులలోను శంఖాలూ, నత్తగుల్లల మాదిరి వైవిధ్య శోభను వేలార్చగల జీవులు మరేవీలేవు. కనుక వీటి పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తికరంగా ఉంటుంది. సముద్రం అట్టడుగునా, సరస్సులలోనూ, నదులలోనూ, గుంటలలోనూ కూడా వేలకొలది జాతుల నత్త లుంటూ ఉంటాయి. కాని సముద్ర జీవులైన నత్తలంత అకర్షణీయంగానూ, ఆసక్తికరంగానూ మరేవీ ఉండవు. వీటికితోడు భూమిమీద చెట్లలోను. దుబ్బులలోనూ, పెరటి తోటలలోనూ, నేలమీదా ఒకచోట అని ఏమిటి? అన్నిచోట్లా గాలి పీల్చుకుంటూ బ్రతికే రకరకాల నత్తగుల్లలు కూడా ఉన్నాయి. సముద్రతీరంలోగానీ, భూమిమీదగానీ మనకు బహుళంగా కనబడే ఈ నత్తజాతుల రూపభేదములను కొంచెం పరీక్షించిచూస్తే ఎంతో ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది. తాము ఎక్కడ ఉన్నప్పటికీ తమ పరిసరాలలోనే అనేకరకాల నత్తలు ఉన్నట్లు ఆసక్తితో, శ్రద్ధగా పరిశీలించేవారికి తెలియగలదు.

నత్తలను ఐదు జాతులుగా జంతుశాస్త్రజ్ఞులు వర్గీకరించారు. అందులో గెస్ట్రొపాడ్స్ (నత్తలు) లెమెల్లీబ్రాంక్స్ (ఆలిచిప్పలు) అనే రెండుజాతులు ముఖ్యమైనవి. గెస్ట్రొపాడ్స్ అనబడె ఈ నత్తల పైగుల్ల ఏకాంశంగా సర్పిలాకారంలో ఉంటుంది; అలాకాక ఒకదాని కొకటి అంటుకొని, మూసుకోవడానికీ, తెరవడానికీ వీలుగా తలుపుబందుకీలు కలిగినట్టిది లెమెల్లీబ్రాంక్స్ అనబడే ఆలిచిప్పలు. వ్యాపార రీత్యా ఎంతో విలువైన శంఖం. టర్బో, ట్రొకస్ హేలియాటిస్ మొదలగు నత్తగుల్లలు గెస్ట్రొపాడ్స్ వర్గానికి చెందినవి. ముత్యపుచిప్పలు, ఆలిచిప్పలు వగైరా

'లెమిల్లీబ్రాంక్స్' జాతికి చెందినవి. వికారరూపముగల అష్టపది, స్క్విడ్, కటిల్ చేప ముఖ్యంగా ఏంతో అందంగా రకరకాలైన రంగులతో మెరిసిపోతుండే చిప్పలూ, కప్పులూ కలిగిన నాటిలస్ మొదలైనవి మరో ముఖ్యమైన మూషోజాతికి చెందినవి.

సముద్రపు గుల్లలను పోగుచేసి వాటిని బట్టీలలోపోసి కాల్చి సున్నం చేయడాన్ని చాలామంది చూచేఉంటారు. గుల్లలలో ఉండేది సుద. ఈ సుద్దనే రసాయినిక పరిభాషలో కాల్షియం కార్బోనేట్ అంటారు. దానిని కాల్చినప్పుడు అది కాల్చి, ఆర్పిన సున్నం (అనగా కాల్షియం ఆక్సైడ్)గా మారుతుంది. నత్తగుల్లలలోని సుద్ద నత్తపురుగు అంచులనుంచి క్రిందికి కారుతుంది. అది క్రమంగా గట్టిపడి గుల్ల ఏర్పడుతుంది. కొమ్మువంటి సేంద్రియద్రవ్యం ఈ సుద్దతో కొంచెం కలిసి నిర్జీవ ద్రవ్యమైన సుద్దను వంగిపోకుండా గట్టిగా ఉండేటట్టు బలాన్నిస్తుంది. చాలా గుల్లల రూపురేఖలను పరిశీలించినవారికి అవి గట్టిగాను, పెళుసులేకుండాను నిర్మితమైనట్లు స్పష్టమవుతుంది. ఒకవేళ ఏదైనా ప్రమాద వశాత్తు గుల్ల బీటతీసినప్పటికీ ఆ బీట మీద మళ్ళీ కొత్తద్రవాన్ని స్రవింపచేసి పగులును అతికించుకోగల సామర్థ్యం నత్తలకు కలదనికూడా తెలుస్తుంది. దెబ్బతగిలి పగలగా తిరిగి అతుకబడినట్లున్న నాటిలస్ జాతి నత్తగుల్లను నేను స్వయంగా చూచాను. గుల్లల నిర్మాణమునకై కావలసిన ద్రవ్యమును సేకరించడంలో నత్తజాతి సూక్ష్మజీవులు చేసేపని ప్రకృతి సహజమైన పొదుపరితనానికి నిదర్శనం, యుగ యుగాలుగా నీటిలో కుప్పపడి కాల క్రమేణ శిథిలమైపోయి రూపాంతరం చెందిన చిన్న చిన్న నత్తగుల్లలే తరచు భూమి మీద కనబడే సుద్దబిళ్ళలు.

రకరకాలైన నత్తగుల్లలోని సుద్ద అనేక రీతులుగా గోచరిస్తుంది. మామూలు శంఖంలో ఇది గట్టిగానూ, తెల్లగానూ పింగాణీవలె ఉంటుంది. సుప్రసిద్ధమైన 'కిటికీ అద్దపు' గుల్ల చేపయొక్క కవచంలోని సుద్ద ఏ రంగూలేకుండా అర్ధ పారదర్శకంగా ఉంటుంది. చాలా వాటిల్లో గుల్ల మందం అంతాగాని, అందులో చాలాభాగం గాని, అనేక రంగులతో అందంగా మేరిసే ముత్యపు చిప్ప ద్రవ్యంతో నిర్మించబడుతుంది. అందంగా ఉండడం చేతనూ వంగకుండా గట్టిగా ఉండడం చేతనూ. కళాత్మకమైన వస్తువుల తయారీలో ఎక్కువ ఉపయోగపడుతూ వ్యాపారరీత్యా లాభదాయకం కావడం చేతా ముత్యపు చిప్పకు ఎంతో విలువ కలిగింది. రసాయినికంగా దాదాపు పరిశుద్ధమైన సుద్దతప్ప వేరేమీ కాని ఈ ముత్యపు చిప్పలకు ఇంత అందమూ, ఇంత వైవిధ్యమూ ఎలాకలిగింది? అన్న అంశంపై విపులమైన పరిశోధన జరుగుతోంది.

సుద్ద సహజంగా స్ఫటిక జాతి ద్రవ్యం. రసాయినికంగా అంతా సుద్దే అయి నప్పటికీ స్ఫటికాకారంలో ఉన్న సున్నపురాతి ముక్కను చూస్తే మీకు ఈవిషయంలో వెంటనే నమ్మకం కలుగుతుంది. చలవరాతి ముక్కను బ్రద్దలు కొడితే అది పగిలిన చోట స్ఫటికాకారం కనిపిస్తుంది. అయితే గుల్ల అంచుల నుంచి కారే సుద్దద్రవం వెంటనే స్ఫటికం వలె గడ్డకట్టి పోకుండా దానితో కలుస్తున్న సేంద్రియ జీవద్రవ్యం నిరోధిస్తున్నవి. అయినప్పటికీ అది స్ఫటికా కృతిని పొందుతూనే ఉంటుంది. స్ఫటికపు పరిమాణం పెద్దదైన కొలదీ స్ఫటికీకరణం మరింత క్రమ బద్ధంగా అవిచ్ఛిన్నంగా జరిగే కొలదీ గుల్ల మరింత స్వచ్ఛమూ, పారదర్శకమూ అవుతుంది. అందు వల్లనే కిటికీఅద్దపు గుల్ల చేప కవచం దాదాపు పారదర్శకంగా ఉంటుంది. కనుకనే కొన్ని దేశములలో కిటికీలకు గాజుకు బదులు దీనిని వాడుతున్నారు.

సుద్ద, స్ఫటికాలు రెండు రకాలు. ఇవిరెండూ రసాయినికంగా ఒకటే అయి నప్పటికీ వీటి భౌతిక రూపాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. వీటిలో ఒకదానిని 'కాల్సైట్' అనీ, రెండో దానిని "ఎరాగోనైట్" అనీ వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు. ప్రకృతిలో ఈ కాల్సైట్ చాలా విరివిగా లభిస్తూంటుంది. సాధారణంగా నత్తగుల్ల లన్నింటిలోను-వాటిల్లో ముత్యపు చిప్ప మెరుగు కనబడే చోట్లు మినహా-ఉండేది ఈ కాల్సైట్ మాత్రమే. ఈ ముత్యపు చిప్పలోనైనా సుద్ద ఎరాగోనైటు రూపంలో ఉంటుంది. కాని ఆ ఉండడం అసంఖ్యాకమైన స్ఫటిక సమూహంవలె ఉంటుంది. నత్తగుల్ల ఉపరితలంలో సమానాంతరంగా పొరలు పొరలుగా వ్యాపించి ఉండే సేంద్రియ ఫలకాలపై ఈ స్ఫటిక సమూహాములు పొదుగబడి ఉంటాయి. దీనిని సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలించినప్పుడు ముత్యపు చిప్పలో ప్రతి అంగుళం మందానికీ ఇలాంటివి ముప్పై వేల పొరలుంటాయని తేలింది. ముత్యపు చిప్పలు అనేక రంగులలో, అందంగా నిగనిగా మెరసి పోతుండడానికి కారణం వాటికిగల ఈ నిర్మాణ వైచిత్రే. అందులో సేంద్రియ ద్రవ్యం చేరడం వల్లనే దానికి గట్టితనమూ, చెక్కడపు పనిచేయడానికి తగినంత చేవా కలుగుతున్నాయి. ఇదే ముత్యపు చిప్పకు రసాయినిక నిరోధక శక్తిని ప్రసాదిస్తున్నది. సజల ఉదజహరి కామ్లంలో (డైల్యూట్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్) సుద్ద తక్షణమే కరిగిపోతుంది. కాని ముత్యపుచిప్పమాత్రం చాలా నెమ్మదిగా కరుగుతుంది. మంచిముత్యపు నిర్మాణంకూడా ముత్యపుచిప్పవలెనే ఉంటుంది. అయితే ముత్యపుచిప్పలోనిపొరలుసమంగాపలక పేర్పులోఉండగా, ముత్యంలో అవి ఒక కేంద్రం చుట్టూ గోళాకారంలో ఉంటాయి. అందుచేత మంచి ముత్యాలలోఉన్నది కొద్దిగా

సేంద్రియద్రవ్యంకలిసిన శుద్ధమైన సుద్దమాత్రమే. రసాయినిక దృష్ట్యా వజ్రం కేవలం బొగ్గే అన్నందువల్ల దానివిలువ ఏమాత్రమూతగ్గనటుగానే, మంచిముత్యాలన్నీ కొంచెం సేంద్రియద్రవ్యం కలిసిన వట్టిసుద్దతో తయారైన వన్నంత మాత్రాన వాటి అందానికీ, విలువకూ వచ్చిన న్యూనత ఏమీలేదు. నత్తగుల్లల రూపురేఖలు వాటిపై నగిషీఅంతా ఎంతో అందంగా ఉంటాయి. ఈ జంతువుల జీవితంలో వీటి ప్రాధాన్య మేమో వీటి కింతటి సుందర రూపసంపదను కల్పించడం జీవసృష్టి సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే అనుగ్రహాతిశయమేనో కావో జంతుశాస్త్రజ్ఞుడను కాకపోవడం చేత నేను సాహసించి చెప్పజాలను. అలాగే నత్తగుల్లలలో తరచు వ్యక్తమవు తూండే వర్ణవిన్యాసం గురించికూడా నేను ఏమీ చెప్పజాంలను. కాని గుల్లలరూపు రేఖలకూ అవయవ నిర్మాణానికీ అత్యంత సన్నిహిత సంబంధమున్నదనడం మాత్రం నిస్సంశయం. నిజానికి గెస్ట్రాపాడ్స్, లెమిల్లీ బ్రాంక్స్, నాటిలస్ జాతుల ముత్యపు చిప్పల సూక్ష్మ నిర్మాణమును సూక్ష్మదర్శినితో పరీక్షించి చూచినప్పుడు, అవి పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నట్లు కనిపించింది. కాబట్టి గుల్లల నిర్మాణంలో గల తేడాలనుబట్టి జంతు శాస్త్ర రీత్యా నత్తగుల్లలను జాతులుగా వర్గీకరించే సందర్భంగా జరిగే పరిశీలనకు ఇది ఎంతగానో ఉపకరించవచ్చు.

4. ప్రకృతి రూపురేఖలు

వస్తుతః సౌందర్య తత్త్వం ఇట్టిది అని విశ్లేషించి చెప్పడం కష్టం. కాని సుందరమైన దానిని దేనినైనా చూడగానే అవయవ సౌష్ఠవం, అవయవ అను రూపత్వం వగైరా సౌందర్య లక్షణాలుకొన్ని దానికి ఉన్నట్లు మనం గుర్తించగలం. ప్రాణికోటి రూపురేఖలను పరిశీలించినప్పుడు, వాని ఆకృతులలో ఒక క్రమంతో తీర్చిదిద్దినట్లు గోచరించే నిర్మాణ లక్షణాలే వాని సహజ సౌందర్యాన్ని ఇనుమడింప చేస్తున్నాయనిపిస్తుంది. జీవకోటి సౌందర్యం బాహ్యచిహ్నాలలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది అవయవాల అనురూపత్వం, అనగా కుడి ఎడమ భాగాలు ఒకదానితో ఒకటి సరితూగేటట్టుండడం. పువ్వులలోనూ,రెమ్మలలోనూ బాహ్యసౌందర్యాన్ని ఇనుమడింప చేసే అవయవాను రూపత్వం వృక్ష ప్రపంచంలో మనకు చాలా కనిపిస్తుంది. వృక్ష జాతులలోను, జంతు ప్రపంచంలోనూ ఉండే సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ ప్రాణులను సూక్ష్మదర్శినిలో చూచినప్పుడు అనేక విధాలైన అవయవాను రూపత్వం దృగ్గోచరమవుతుంది. అల్పప్రాణులను. అందునా మంచినీటిలోనూ, సముద్రపు టొడ్డునా ఉండే నత్తల వంటి వాటిని పరిశీలించినప్పుడు అద్భుతమైన అవయవాను రూపత్వం కల వాటి ఆకార సంపద బయటపడుతుంది. అయితే ప్రకృతి నిర్మాణ వైచిత్ర్యం అంతా ఈ విధమైన అవయవాను రూపత్వ సృష్టికే పరిమితమై లేదు. అడవి సౌందర్యమంతా అక్కడి ఆకులు పువ్వులలో మాత్రమే లేదు. అక్కడ నిట్ట నిలువుగా పెరిగిన చెట్ల మ్రానులూ, దశదిశలా వ్యాపించియుండే కిరీటముల వంటి వృక్షాగ్రములు, అవి అంతా ఒకదానితో ఒకటి అల్లి బిల్లిగా అల్లుకొన్న కొమ్మలూ ఇవన్నీ కూడా తమ అనురూపత్వంతో ఇతర సౌందర్య విశేషాలతో చూపరి దృష్టిని ఆకర్షించి, ఆకట్టి, అలరించుతాయి.

సమస్త సృష్టిని సాగించే సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే నిర్మాణ కౌశలాన్ని వైచిత్రినీ అర్థం చేసుకొని అన్వయించుకోవడానికి రెండు భిన్నమార్గా లున్నాయి. జీవ ధర్మాలు జయప్రదంగా అమలు జరుగుతున్నాయో, లేదో చూచే జీవశాస్త్ర

దృష్టితో పరిశీలించడం ఒకటి. చరాచర జీవకోటి సమస్త కార్యకలాపాలు వాటి రూపురేఖలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉంటాయి. అందుచేత ఆయా జీవ ధర్మాలను నెరవేర్చడానికి వీలుగా ఆ యా అవయవాలు అనురూప సౌందర్యంతో అలరారుతూ ఉంటాయి. కుడి, ఎడమలు ఒకదానితో ఒకటి సరితూగే టట్టు ఉండడం అనేది, భూమిమీద సంచరించే, గాలిలో ఎగిరే, నీటిలో ఈదే సమస్త జంతుజాలానికీ సర్వసాధారణమైన లక్షణం. అందుచేతనే అవి అంత సులభంగా ఆ యా పరిస రాలలో సంచరించ గలుగుతున్నాయి. కాని జిగురును వెలార్చి గట్టి ఆధారమును అంటుకొని ఉండడంలోనే తృప్తినిచెందే నక్షత్రజాతి జీవులలో మాత్రం ఈ అవ యవాను రూపత్వం కనబడదు. ఏది ఏమైనప్పటికీ, ఎలా ఉన్నప్పటికీ, ప్రాణికోటి రూపురేఖలన్నీ ఆ యా జాతుల జీవన విధానాలకు, ధర్మాలకు అనుగుణంగా మాత్రం ఉంటాయని నిస్సంశయంగా చెప్పవచ్చు.

ఇక రెండవది: భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల, రసాయన శాస్త్రవేత్తల దృక్పథానికి సంబం ధించిన మార్గం. ఇది రూపురేఖలకూ, అందుకు కారణభూతమైన ద్రవ్య లక్షణాలకూ గల పరస్పర సంబంధ నిరూపణకు మాత్రమే పరిమితమైంది. ఆ యా జీవజాతుల శరీర నిర్మాణానికి కావలసిన సామగ్రిని ఎంచుకునే అవకాశం జీవానికి ఉన్నప్పటికీ అది నిర్నిబంధమైన అవకాశం కాదు. ఇందుకు కారణం ఎంచుకున్న వస్తువు లభ్యం కావడంపై ఈ శరీర నిర్మాణకృషి చాలావరకు ఆధారపడి ఉండడమే. మాంస కృత్తు లనబడే జీవ ద్రవ్యాల అసాధారణ యౌగికమే ప్రాణానికి ప్రాతిపదిక. అయితే ఇది చాలా సున్నితమై త్వరగా చెడిపోయే స్వభావం కలది కావడం చేత ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాలలో తప్ప గట్టి నిర్మాణమునకు అంతగా ఉపయో గించదు. అదైనా అరుదుగా జరిగేపని. అందుకే కాల్షియం కార్బొనేట్స్, కాల్షియం ఫాస్ఫేట్స్ వంటి నిర్జీవ రసాయనిక పదార్థాలే జంతువులకు రూపురేఖలు కల్పించి వాటి జీవిత పద్ధతులను తీర్చిదిద్దే పంజరాల నిర్మాణంలో వినియోగ మౌతున్నవి. ఈ నిర్జీవ ద్రవ్యముల స్వభావమూ, గుణములూ, మాంసకృత్తులతో అవి కలిసి ఉండే విధానమూ జీవ జంతువులలో రూపురేఖలనూ, అవయవాను రూపత్వాన్ని నిర్ణయించేవి. అయితే ఈ మాంసకృత్తులే త్వర త్వరగా పెరిగే కొన్ని ప్రత్యేకావయవ నిర్మాణములలో.అనగా పిల్లలకు పాలిచ్చి పెంచే జంతువులరోమములు గానూ, ఉన్నిబొచ్చుగానూ, నెమరువేసే జంతువులలో కొమ్ములుగానూ రూపొందు తున్నాయి. స్త్రీలకు శిరోలంకారమైన అందమైన పట్టుకుచ్చులవంటి శిరోజములు

అంత పొడుగుగా ఎదగడానికి కారణం ఒక రకం మాంసకృత్తుల పరమాణు రచనలో గల విశేషమే. నిజానికి మానవ మస్తకాలకు అలంకారమయిన శిరోజముల సౌందర్య శోభ అంతా మాంసకృత్తులలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే రసాయినిక ప్రక్రియా ఫలితమే.

ఈ మధ్య ముత్యపు చిప్పల నిర్మాణం విషయమై, నేను జరిపిన పరిశోధనలలో, వాటి బాహ్యాకారానికీ, అంతరంగిక శిల్పానికీ గల సంబంధం సంగతి తెలియవచ్చింది. గుల్లల ఆకారంలోని వైవిధ్యమునుబట్టి నత్తజాతి జీవులను అనేక రకాలుగా వర్గీకరించ వచ్చునన్నది అందరికీ తెలిసిన విషయమే. సాధారణ కాంతి కిరణములతోను, ఎక్స్ కిరణములతోను రక రకాల ముత్యపు చిప్పలపై జరిపిన పరిశీలన వలన వాటి నిర్మాణ శిల్పములో చాలా తేడాలున్నవని తెలిసింది. ముఖ్యంగా ముత్యపు చిప్పలలో ఉండే ప్రధాన ద్రవ్యం సున్నపు లేక ఎరాగనైట్ తాలూకు సూక్ష్మ స్ఫటికముల కూర్పులోకూడా ఈ భేదం ఎక్కువగా ఉన్నట్టు కనుగొనబడింది. భిన్న భిన్న వర్గాలకు చెందిన నత్తజాతి జీవుల గుల్లల పైరూపులన్నీ అంతరంగికమైన అవయవ నిర్మాణముమీద ఏదో ఒక విధంగా ఆధారపడియున్నవని పరిశీలనవల్ల తేలింది. సెల్యులోజ్ అనే రసాయినిక ద్రవ్యపు అద్భుత గుణమువలన వృక్షజాతులలో అనురూపత ఏర్పడుతోంది. ఇది బొగ్గు, ఆమ్లజని, ఉదజనిల రసాయినిక యౌగికం. పంచదారకూడా ఇలా ఏర్పడిందే. కాని రెండింటికీ గుణభేదాలున్నాయి. పంచదార నీళ్ళలో కరిగిపోతుంది, సెల్యులోజ్ కరగదు. ఈ సెల్యులోజ్‌లో అణువులు సులువుగా, ఒకదాని కొకటి అంటుకొని నారపోగులుగా ఏర్పడడానికి వీలుగా ఉంటాయి. లిగ్నిన్ అనే పిండివంటి ద్రవ్యంతో ఈ సెల్యులోజ్ పోగులు ఒకదాని కొకటి గట్టిగా అతికించడంవల్లనే చెట్లకూ, మొక్కలకూ, మ్రానులు ఏర్పడుతున్నాయి. అడవిలోని పెద్ద పెద్ద చెట్లయొక్క పొడుగాటి మానులనూ, అల్లిబిల్లిగా అందంగా అల్లుకున్న కొమ్మలనూ, ఆకులనూ చూచి మెచ్చుకునేటప్పుడు ఆ సౌందర్య సంపద అంతా సెల్యులోజ్ అణువులకు సహజసిద్ధమైన అనురూపత్వ లక్షణంవల్లనే నన్నసంగతి మరచి పోరాదదు. బాగాపరిచయమైన విషయంగదా అని ప్రాణికోటి రూపురేఖలను గురించి, వాటి అవయవానురూపత్వాన్ని గురించి మొదటగా ప్రస్తావించా లనుకున్నాను. ప్రసక్త్యాను ప్రసక్త్యంగా సజీవద్రవ్య నిర్మాణాన్నిగురించీ జీవలక్షణాలను రూపొందించడంలో ప్రధాన పాత్రవహించే క్లిష్టమైన అసాధారణ రసాయినికద్రవ్యాల స్వభావాదికములను గురించీ, పర్యాలోకించ వలసివచ్చింది. కాని కంటికి ప్రత్యక్షంగా కనుపించని వైనప్పటికీ ద్రవ్యనిర్మాణానికి ప్రాతిపదికములైన

అణువులయొక్క రూపురేఖలను గురించి మనకు వివరంగా తెలుసును. కాని మిగతా విషయం అంతబాగా తెలియదు. గడచిన ఇరవై ఏండ్లలోనూ, సిద్ధాంత రంగంలోనూ ప్రయోగాత్మకంగానూ భౌతిక విజ్ఞానం బాగా వికసించింది. ఫలితంగా పరమాణువుల, చాలారకాల అణువుల నిర్మాణంగురించి, వాటి రూపురేఖలను గురించి మనకు చాలా తెలిసింది. విద్యు దావేశితమైన కేంద్రకముచుట్టూ ఎలెక్ట్రాను గుంపులతో ఒక క్రమంలో నిర్దిష్టప్రణాళిక ననుసరించి ద్రవ్యపరమాణువులు నిర్మితమైనవని సిద్ధాంత రీత్యాను, ప్రయోగాత్మకంగానూ కూడా ఋజువైంది. పరమాణువుల పేర్పువల్ల కలిగే అణువుల నిర్మాణంకూడా స్పష్టమైన రేఖాశాస్త్ర సంబంధమైన మూలసూత్రముల మీదనే ఆధారపడిఉంది. అణువు ఆకారమునూ దాని అనురూప శిల్పనిర్మాణమునూ సరిగా తెలిసికొని నిర్వచించడానికి తగిన పద్ధతులూ, పరికరాలూ నేడు మనకు అందు బాటులో ఉన్నాయి. ఒక ఉదాహరణ: బహు సంక్లిష్ట నిర్మాణంకల పెక్కు జీవ ద్రవ్యాల తయారీలో ప్రాతిపదికగా వినియోగపడే అణువు రూపురేఖలన్నీ సంపూర్ణ మైన షట్కోణంవలె ఉంటాయని ఋజువైంది.

రేఖాశాస్త్రానికి, ద్రవ్యపు స్ఫటికాకార పరిశీలనలో ప్రయోగముల మూలమున కనుగొన్న విషయానికీ గల సన్నిహిత సంబంధములను గురించి ప్రస్తావించి ఈ ప్రసంగాన్ని ముగిస్తాను. భూగర్భ విజ్ఞానప్రదర్శన శాలలకు పోయిచూసినప్పుడు నైసర్గికంగా ప్రకృతిలో లభించే అందమైన స్ఫటికముల మచ్చుతునకలు, అష్ట కోణాలుతీరిన వజ్రపుస్ఫటికాలు, షట్కోణాలు గల స్ఫటికపురాళ్ళు, రాతి ఉప్పు, స్ఫటికపు ఘనాలు, పట్టికంవలె ఉండే పెద్దపెద్ద అభ్రకపు పలకలు మొదలైనవి ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ప్రకృతిలో దొరికినవైనా, మానవకల్పితమై నటువంటివైనా గట్టిగాఉండే ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం స్ఫటికనిర్మాణం కలవే. అయితే పైకిచూడ్డానికి అన్నీ అలా కనిపించకపోవచ్చు. కాని స్ఫటికనిర్మాణశిల్పం వరుసవరుసకూ, పొర పొరకూ, నిలువు నిలువుకూ మధ్య సమానమైన ఖాళీతోఉండే పరమాణువుల లేదా అణువుల, దొంతర క్రమబద్ధంగా ఉంటుందని నవీన పరిశోధనలవల్ల వెల్లడి అయింది. అందుచేత ద్రవ్యాణువులలోను, పరమాణువులలోను ఇలాంటి సక్రమ మైన కూర్పు ఎన్నివిధాల సాధ్యమవుతుంది? బాహ్యమైన రూపురేఖలనుబట్టీ, ఆంత రంగికమైన నిర్మాణ శిల్పంబట్టీ లేదా ద్రవ్యాణువర్గాల కూర్పునుబట్టీ, స్ఫటికములను వర్గీకరించడానికి రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు తోడ్పడుతున్నాయి. రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతముల రీత్యా 32 స్ఫటికపు జాతులూ, స్ఫటికములలో 230 రకములైన ఆంతరంగిక నిర్మాణ శిల్పములూ ఉండవచ్చునని సూచించబడింది. అత్యద్భుతమూ, సంతృప్తికరమూ అయిన విశేషమేమంటే ప్రయోగరీత్యా కూడా ఈ సంగతి ఋజువుకావడం.

5. ప్రకృతిలో వెలుతురు, రంగులు

అనంతమైన వైవిధ్యశోభను వెలారుస్తూ మనకు ప్రకృతి ప్రత్యక్షమవుతూ ఉంటుంది. కాని ప్రకృతి ప్రియులకు అది మరింత అందంగానూ ఆసక్తి జనకం గానూ ఉంటుంది. నీలాకాశమూ, ఉషశ్శోభా, సంధ్యా సౌందర్యం. మాటి మాటికీ మారుతూ ఉండే మబ్బుల వైచిత్రీ, అడవులలోనూ, పొలాలమీదా కనబడే రకరకాల రంగులూ, అర్ధరాత్రి అసంఖ్యాక తారకలతో అలరించే ఆకాశమూ అన్నీ కూడా మన కళ్ళఎదుట మనకోసం ప్రకృతి వింత కాంతులతో రంగులతో అనుక్షణమూ ప్రదర్శించే అంతులేని జగన్నాటకంలోని నిత్య దృశ్యాలు. శాస్త్ర వేత్త ఈ దృశ్యాలను విమర్శనా దృష్టితో చూస్తాడు. అంతమాత్రాన ప్రకృతి సౌందర్యం అతణ్ణి ఆకర్షించకపోదు. నిజానికి విమర్శనవల్ల మన దృష్టి నిశిత మౌతుంది. ఆ అందాన్ని, దానిలో ప్రస్ఫుటంగా కానవచ్చే ప్రత్యేక లక్షణాలను బాగా గ్రహించగలుగుతుంది. పైగా ప్రకృతి పోకడలను పరిశీలించడం వల్ల జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. ఉదాహరణకు ఉరుములతో, మెరుపులతో నిండిన తుఫానునే తీసుకోండి. ద్రవ్యంలోనుంచి విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తి వెలుతురుగా మారుతుందని ప్రకృతి మనకు ప్రదర్శించింది. ఈ విద్యుచ్ఛక్తిని అనేక విధాలుగా ఉత్పత్తి చేసుకుని మానవజాతి అనేక విధాల వినియోగించుకుంటోంది.

ఇంకొక ఉదాహరణ: కాంతిలోనూ, రంగులోనూ అనేక భేదాలతో రక రకాలుగా మెరిసే చుక్కలు అనేకం ఆకాశంలో చీకటి రాత్రులందు మనకు కనబడ తాయి. ఈ నక్షత్రాల నుంచి వచ్చే కాంతిని వర్ణపట దర్శినితో విశ్లేషించి పరిశీలించగా నక్షత్ర కాంతికీ, సూర్యకాంతికి స్థూలంగా చాలా పోలికలున్నప్పటికీ వాటి వాటి వర్ణపట దర్శనులలో వ్యక్తమయ్యే రంగుల వివరాలలోను ఇతర లక్షణాలలోను భేదాలు లేకపోలేదని తేలింది. దీనిని బట్టే సూర్యుడు సైతం నక్షత్రాల కోవకు చేరిన వాడేనని లేదా దూరాన మిణుకుమిణుకుమనే నక్షత్రాలు సూర్యుని వంటివే నని తెలుసుకోవడానికి వీలైంది. అలాగే విశ్వమందలి వివిధ భాగముల మధ్యగల

పోలికలను నిర్ణయించడానికీ, నక్షత్రముల పరిణామక్రమాన్ని తెలుసుకోవడానికీ వీలైంది. మనలో ప్రతివారికీ పరిచితమైన ప్రకృతి దృశ్యా లన్నింటిలో ప్రస్ఫుటంగా ప్రత్యక్షమయ్యే రంగులన్నీ ఎలా కలుగుతున్నాయన్న జిజ్ఞాస వైజ్ఞానిక పరిశోధకులకు సహజం.

ఇంతకీ ఒక వస్తువుయొక్క రంగు అంటే ఏమిటి ? ఆ వస్తువు ఉపరితలంపై ప్రతిఫలించే కాంతి రంగా ? లేక దానిలోనుంచి ప్రసరించి వచ్చే కాంతియొక్క రంగా ? లేదా దానిలోపల అంతటా వ్యాపించి దశదిశలా విరజిమ్మబడే వెలుగు వర్ణమా ? ఇదేనో ముందు స్పష్టంగా తెలుసుకోవాలి.

స్థూలదృష్టికి కేవలం సామాన్య విషయం అనిపించే దీనినిగురించి ఇన్ని ప్రశ్న లేమిటనే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిజానికి ఈ విధంగా మూడు విధాలుగా నిర్వచించిన ఒక వస్తువుయొక్క రంగు ఒకే విధంగా ఉండకపోవచ్చు. ఇందుకు మంచి ఉదారణ నీటిరంగు జలోపరితలం నుంచి ప్రతిఫలించి వచ్చే కాంతి యొక్క రంగు నీటిమీద పడిన కాంతిరంగేతప్ప అన్యంకాదు. సూర్యకాంతి జలోపరితలంమీద పడిందనుకోండి. అప్పుడు దానిమీద నుంచి ప్రతిఫలించే కాంతికి, సూర్యకాంతి రంగే ఉంటుంది. అలా కాకుండా నిటారైన జలధారనుంచి ప్రసరించే తెల్లటి కాంతి కిరణాల రంగు, సూర్యకాంతి వర్ణ పటంలోని వివిధ రంగులలో దేనినైనా ప్రత్యేకంగా హరించగల శక్తి ఆ నీటికి ఉంటే దాన్నిబట్టి మారుతుంది. నీరు ఎంత నిర్మలంగా ఉన్నా ఎరుపు పసుపు రంగులను కొద్దిగా హరిస్తుంది. అందుచేత నిటారైన జలధారలోనుంచి ప్రసరించివచ్చే సూర్యకాంతి విశిష్టమైన ఆకుపచ్చరంగును చూపిస్తుంది. ఇదికాక నీటిలోనుంచి పైకివచ్చే వెలుతురు, నీటిలోపల నలుప్రక్కల వ్యాపించి నీటిమధ్య ఉండే ద్రవ్యశకలాలచేతా, నీటి అణువులచేతా పైకి వెదజల్ల బడుతుంది. నీటిమధ్య వ్రేలాడే ద్రవ్య శకలాలు అంత హెచ్చుగా లేనప్పుడు వెలుతురు నీటి అణువుల ద్వారానే పైకి వెదజల్ల బడుతుంది. దీని రంగు ఆకాశ నీలిమను పోలి ఉంటుంది.

కాబట్టి జలోపరితలంపై కాంతిపడి ప్రతి ఫలించడం, నీటిలోనుంచి దూరివచ్చే వెలుతురులోని ఎరుపు, పసుపు రంగులను ప్రత్యేకించి హరించ గలగడం, నీటిలోపల కాంతి పైకి వెదజల్ల బడడం అనే ఈ మూడు ధర్మాలనుబట్టి, నీటి రంగు ఉంటూ ఉంటుంది. అందుచేతనే నిర్మలమైన నీటిరంగు కూడా అది మనము గ్రహించే పద్ధతినిబట్టి మారుతుందనడంలో ఏమీ ఆశ్చర్యం లేదు. ఒకవేళ ఉపరి

తలపు ప్రతిఫలనం లేకుండా పరిహరించి నప్పుడు అనగా పైనుంచి క్రిందకి నీటి లోనికి చూచినప్పుడు ఆ నీరు ఉండవలసినంత నిర్మలంగానూ లోతుగానూ కనుక ఉన్నట్టయితే నీటి అణువులకు గల ఆ యా రంగులను మ్రింగి వేయడం, వెలుతురును వెదజల్లడం అనే రెండు ధర్మాల సమష్టి ఫలితంగా పరిశుద్ధమైన నీలి రంగులో కనబడుతుంది. అప్పుడది మిక్కిలి నిర్మలమైన ఆకాశ నీలవర్ణం కన్న గాఢమైన నల్లటి నీలిరంగులో ఉంటుంది. ఇలా కాకుండా కవ్వంతో చిలకగా ఘూర్ణిల్లు తున్నప్పుడు అనగా గాలి బుడగలతో పూర్తిగా నిండి ఉన్నప్పుడు, లేక లోతు తక్కువైన నీటిని చూచినప్పుడు కాంతిని విరజిమ్మే గుణాన్ని చాలావరకు కోల్పో తుంది కనుక, ఆ నీటి రంగు ఆకుపచ్చగానో లేదా ఆకుపచ్చడాలుగల నీలిరంగుగానో ఉంటుంది.

నీటి రంగును గురించి ఇంత వివరంగా వివరించడానికి కారణం, వెలుతురు సహజ ధర్మాలను సోదాహరణంగా నిరూపించడానికే. ఒక వస్తువు ఏదైనా ఒక రంగును స్పష్టంగా చూపుతున్నప్పటికీ అది దానికి సహజవర్ణం కాకపోవచ్చు. నిజానికి దానికి రంగంటూ ఏమీ ఉండకనేపోవచ్చు. ఇందుకు కారణం, దాని ద్వారా ప్రసరించే కాంతివర్ణ పటంలో ఏవో కొన్ని భాగాలను అది హరించివేయడమే. అలాగే నీలాకాశపు వర్ణమూ, సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయ సమయాలలో ఆకాశమూ, మేఘాలూ ప్రదర్శించే వింత వింత రంగులూ, సౌరకాంతి వర్ణపటంలో ముఖ్యంగా హ్రస్వతరంగ దైర్ఘ్యంతో సూక్ష్మద్రవ్య శకలాలు, అణువులవల్ల విరజిమ్మబడే కాంతిజల్లు వెలార్చే వింతరంగులకు మంచి నిదర్శనం. ఈ విధంగా విరజిమ్మ బడిన కాంతి నీలంగా కనబడుతుంది. అలా విరజిమ్మబడని కాంతి రంగు సౌర కాంతి వర్ణ పటంలోని దీర్ఘతరంగాలద్వారా ప్రధానంగా వ్యక్తమవుతుంది. అందుచేత అది పసుపుగానో, వంగపండు ఛాయగానో లేక ఎరుపుగానో ఉంటుంది. ఇవే సూర్యాస్త మయ సమయంలో మనకు కనబడే రంగులు.

భూమియొక్క వాతావరణంలోని గాలి అణువులవల్లగాని, ధూళి కణాలవల్ల గాని, అంతటా అలముకున్న నీటి ఆవిరివల్లగాని విరజిమ్మబడిన వెలు తురు మూలంగానే దిగ్వలయంవరకు కనిపించే సమస్త దృశ్యాలు, ముఖ్యంగా సుదూర ప్రదేశాలు, మనకు ఆ యా విధంగా గోచరిస్తున్నాయి. ఎంతో దూరాన వున్న వస్తువునుంచి మనకంటికి చేరే కాంతిలో అధికభాగం ఆ వస్తువునుండి వచ్చేదికాక దానికీ, మనకీ మధ్యగావున్న వాతావరణంవల్ల విరజిమ్మబడినది

మాత్రమే. మనదృష్టికీ, దృశ్యానికీమధ్య ఇలా కాంతి విరజిమ్మబడకుండా ఉన్నట్టయితే దూరపు వస్తువులు ఎక్కువ స్పష్టంగా కనిపించే అవకాశం ఉంది. "నికాల్"గాని, "పోలరాయిడ్"నుగాని తగినరీతిని కంటి ముందుంచుకొని చూచి నప్పుడు వెదజల్లబడిన వెలుతురు ప్రమేయం లేకుండా దూరపు వస్తువు చాలా బాగా కనబడుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ రెండు ఉపకరణాలలో వాతావరణంవల్ల విర జిమ్మబడే వెలుతురులో చాలాభాగాన్ని పరిహరించి వేయడమే. కంటి ముందమర్చ బడిన "పరారుణ" అనబడే గాఢమైన ఎరుపురంగు అద్దపు పొరను మన కంటికిగాని, కెమెరాకంటికిగాని అమర్చి ఉపయోగించడం వల్ల ఇతోధికమైన సత్ఫలితాలు చేకూరు తాయి. బహుదూరపు దృశ్యాలను ఈ విధంగా సుస్పష్టంగా చూడగలగడం అంద రికీ తెలిసిన విషయమే.

హిమానీ నదాలలోను మంచు చరియలలోను పేరుకు పోయిన బ్రహ్మాండ మైన మంచుగడ్డల రంగు చాలా వరకు నీటిరంగునే పోలి ఉంటుంది. సూర్యకాంతి స్వచ్ఛమైన మంచుగడ్డలో నుంచి ప్రసరించినప్పుడు అది అన్నివైపులకూ చెదరి పోతుందనీ, దాని ప్రసార మార్గం ఆకాశ నీలంలో కనబడుతుందనీ ప్రయోగాత్మ కంగా ఋజువైంది. సూర్యకాంతి వర్ణపటంలోని ఎరుపు పసుపు కిరణాలను ప్రత్యే కించి హరించే గుణం స్వచ్ఛమైన నీటి కున్నట్టుగానే మంచుకు సైతం బహుశా ఉండి ఉండవచ్చు. రంగులను హరించడం, కాంతిని చెదరగొట్టడం అనే రెండు గుణాల కలయిక వల్ల మంచుయొక్క సాంద్రతను బట్టి, స్వచ్ఛదనాన్ని బట్టీ అది లేత ఆకుపచ్చ లగాయితు ముదురు నీలం వరకూ అనేక రంగులలో కనబడుతూ ఉంటుంది.

6. కాంతి – రంగు – వాటి విచిత్రాలు

మనచుట్టూ ఉన్న పరిసరాలను గురించి, వస్తువులను గురించి తెలుసుకొన డానికై ప్రకృతి మనకు ప్రసాదించిన అద్భుత సాధనాలలో కాంతినీ రంగునీ తెలిపే చక్షురింద్రియ జ్ఞానం మిక్కిలి ముఖ్యమైనది. పగటి యందు సూర్యునినుంచీ, రాత్రి యందు నక్షత్రాలనుంచీ ప్రసరించే కాంతి ప్రవాహమే మన పరిసరాలను దేదీప్య మానం చేస్తున్నది. ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించే వాటి వెలుతురుతో తృప్తిపొందక తన తెలివి నుపయోగించి రకరకాలైన కృత్రిమ దీపాలను సృష్టించుకొని మానవుడు రాత్రిని పగలుగా మార్చుకో జూస్తున్నాడు. కేవలం మనచుట్టూ ఉన్న వస్తువులను గుర్తించడానికై మాత్రమే కాక సూర్యకాంతి ఇతరత్రా మన జీవితంలో ఎంతో ముఖ్యపాత్రను నిర్వహిస్తోంది. దాని ప్రస్తావన ఇంకొకసారి. సృష్ట్యాదినుంచీ సూర్యుని నుండి నిరంతరాయంగా వెలువడుతున్న మహత్తర శక్తినిచూచి సమస్త మానవజాతి భయవిభ్రాంతమై సూర్యోపాసనకు పూనుకున్నదంటే ఆశ్చర్య మేమున్నది? కాగా సౌరశక్తి మూలమేమిటి? అనే ప్రశ్న సహజంగానే విజ్ఞానుల జిజ్ఞాసకు ప్రాతిపదిక యైన ప్రధాన సమస్యలలో ఒకటిగా పరిణమించింది.

వర్ణపట దర్శినితో కాంతిని విశ్లేషించడం ద్వారా కాంతి స్వరూప స్వభావాలను అవగాహన చేసుకోడానికి కృషి ప్రారంభమైంది. ఈ వర్ణపటదర్శిని సూర్యకాంతిని నల్లటి నిలువు గీతలతో కూడిన వర్ణపటంగా విశ్లేషించుతుంది. దీనిలో రంగులు అన్నీ అనేక ఛాయాభేదాలతో ఈ చివరనుంచి, ఆ చివరకు పూర్తిగా విస్తరించి ఉంటాయి. ఒక చివర ఊదారంగుతో ప్రారంభమై రెండో చివర నున్న ఎరుపురంగుతో ఆఖరయ్యే సూర్యపటంలో కానవచ్చే ఏభై లేక నూరువరకు ఉండే వర్ణభేదాలను ఛాయా భేదాలను అనుభవజ్ఞులు అతి సుళువుగా గుర్తించగలరు.

తెల్లగా కనబడే కాంతిపుంజం వస్తుతః అనేక రంగులతో కూడినదని వర్ణపట దర్శిని మనకు తెలియపరుస్తోంది. వెలుతురు స్వరూప స్వభావములను స్పష్టముగా

నిర్వచించడానికి మనం వర్ణచిత్రంలో నుంచి సాధ్యమైనంత మిక్కిలి సన్నని పేలికను తీసికోవాలి. ఇది సుమారు ఒక్కటే వర్ణంలో ఉంటుంది. కనుక "ఏకవర్ణ కాంతి" అనడం సమంజసం. కొన్ని వాయువులనూ కొన్ని లోహముల తాలూకు ఆవిరులనూ విద్యుత్ప్రసారం వలన ఉద్రేకింప చేసినప్పుడు వెలువడే కాంతి ప్రసారంలో వివిధమైన "ఏక వర్ణకాంతులు" సులువుగా లభ్యమవుతాయి. పెద్దపట్టణాలలో వీధులకు అలంకార ప్రాయంగా ఉండడమే కాకుండా వెన్నెల వెలుగులను విరజిమ్మే పాదరసపు ఆవిరి దీపాల కాంతినీ, సోడియం ఆవిరి దీపాల కాంతినీ వర్ణపట దర్శినితో విశ్లేషించి చూచినప్పుడు స్పష్టమైన ఏక వర్ణపు కాంతి కిరణాలు అంటే వర్ణచిత్రంలో మెరిసిపోతూ ఉండే సన్నని తేజోరేఖలు స్వల్ప సంఖ్యలో వాటినుంచి ప్రసారం అవుతున్నట్లు కనిపిస్తుంది.

నభోంతరాళంలో ప్రసరించే ఏకవర్ణ కాంతి గమనపథం నిర్ణీతమైన తరంగ దైర్ఘ్యమూ, పౌనఃపున్యమూ కల చల తరంగంగా వ్యక్తమవుతుందని పెక్కు భౌతిక ప్రయోగాలవల్ల నిర్ణయమైంది. నిర్మలాకాశంలో పయనించే కాంతివేగం రేడియో ప్రసార కేంద్రాలనుంచి వెలువడే విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగంతో సమానం. మనం కాంతి అని నిర్వచించేది నిజానికి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారమే అనడానికి ఇది తగిన నిదర్శనం. అయితే దీని తరంగదైర్ఘ్యం మనకంటికి కనిపించే కాంతి యొక్క వర్ణపటంలో క్రమక్రమంగా మారిపోతూ వుంటుంది. రేడియో ప్రసారంలో ఉపయోగించే అత్యంత హ్రస్వతమ తరంగాల తరంగదైర్ఘ్యంలో స్వల్పతమ భాగంలో సమంగా ఈ మార్పు జరుగుతూ ఉంటుంది. వర్ణచిత్రంలోని వివిధములైన ఏక వర్ణపు కిరణాలకు తుల్యమైన విద్యుదయస్కాంత తరంగాల దైర్ఘ్యంలోను, పౌనః పౌన్యంలోను గల భేదమే రంగుల భౌతిక రూపానికి ఆధారం.

మన కంటికి గోచరించే వర్ణచిత్రాన్ని ఒక చివరఉండే ఎరుపు నుంచి రెండవ చివరను ఉండే ఊదారంగు వరకూ పరిశీలించి చూచినప్పుడు వాటి తరంగ దైర్ఘ్యం సుమారు 7,000నుంచిసుమారు 4,000'ఆంగ్‌స్ట్రామ్' యూనిట్ల వరకుతగ్గినట్లుకనబడు తుంది. 'ఆంగ్‌స్ట్రామ్' యూనిట్ అంటే ఒక సెంటిమీటరులో పదికోట్ల వంతు. విద్యుదయస్కాంత ప్రసారంతో వ్యక్తమయ్యే అసంఖ్యాక తరంగశ్రేణిలో మనకంటికి కనుపించే కాంతి ఒక చిన్న పేలిక మాత్రమే అని తెలుస్తుంది. విద్యుదయస్కాంత వర్ణ చిత్రంలో ఇంత స్వల్పపరిమితి మాత్రమే కాంతిరూపంలో మన కెందుకు కనపడు తున్నదనే ప్రశ్న రావడం సహజమే. ఈ ప్రశ్నకు జవాబు మనకు కాంతినిచ్చే ప్రధాన

స్వయంప్రకాశక మూర్తియైన సూర్యకిరణ ప్రసారముల పరిశీలనలో లభించవచ్చు ననుకుంటున్నాను. సూర్యకాంతి వర్ణపటం మన కంటికి కనిపించే భాగానికి ఈవైపున ఉన్న దీర్ఘ తరంగాలనూ, ఆవైపున ఉన్న హ్రస్వ తరంగాలనుకూడా దాటి ఇరు వైపులకూ చాలాదూరం విస్తరించిందని సౌరప్రసారాల స్వభావాన్ని పరీక్షించినప్పుడు తేలింది. కాని భూమిమీది వాతావరణం సూర్యప్రసారాన్ని అటూ, ఇటూ రెండు వైపులా ఆహరించడంచేతనే సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంయొక్క సమగ్ర స్వరూపం పూర్తిగా మనకు కనబడకుండా కనిపించినంతమేరకే పరిమితమై పోతోంది. వర్ణ చిత్రంలో కానవచ్చే సౌరశక్తి వ్యాప్తి సూర్యోపరితలపు నిజ ఉష్ణోగ్రతను బట్టి నిర్ణయమవుతుంది. ఇది సుమారు 5,500 సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీ లుండవచ్చు. ఇంతే వేడిగా ఉండేది దేనినుండైనా వెలువడే ఉష్ణప్రసార రేఖల చిత్రాన్ని చూచినప్పుడు, తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గినకొలదీ రేఖ కొంచెం త్వరగా పైకి సాగుతుందని, ఈ తరంగ దైర్ఘ్యం సుమారు 5,500 ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్లకు చేరుకున్నచోట శిఖరాన్ని చేరుతుందనీ, తరువాత తరంగ దైర్ఘ్యం హ్రస్వమైనకొలదీ రేఖ త్వరగా వాలి పోతుందనీ తెలుస్తుంది. సహజ శక్తిమంతములైన తేజోమూర్తులనుండి ప్రసార మయ్యే కాంతి రేఖలను మనకన్ను గ్రహించగల తీరును లెఖనుగిస్తే సుమారు 5,500 ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్ల తరంగ దైర్ఘ్యపు పరిసరాలలోనే మనకు గరిష్ఠ దృష్టి కలుగుతున్నదని కనిపెట్టగలము. ఈ విధంగా అన్నింటికంటె ఎక్కువగా గరిష్ఠ దృష్టి కలిగే ప్రాంతమూ, సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో గరిష్ఠశక్తి కేంద్రీకృతమైన ప్రాంతమూ కూడా ఒకటే కావడం కేవలం యాదృచ్ఛికంకాదు. ఒకవేళ యాదృచ్ఛికమే అయినట్టయితే అది అత్యద్భుత సంఘటన అనే చెప్పాలి. నిజానికి జీవకోటి సుదీర్ఘ పరిణామంలో సూర్యకాంతి ప్రసారంవల్ల చూస్తూవచ్చిన సమస్త దృశ్యాలను గ్రహించడానికి వీలుగా మన చక్షురింద్రియం వికసించిందని భావించడమే సమంజసం. మన కంటి చూపు వలన వెలుతురును గ్రహించ గలగడం మాత్రమే కాకుండా, మన పరిసరాల గురించి కూడ చాలవరకు సరిగానే గ్రహించ గలుగుతున్నాం. మన చుట్టూ ఉన్న వస్తువు లన్నింటిని వాటి పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు వగైరా మూడు పరిమాణాలతోసహా సమగ్ర చిత్రాన్ని గ్రహించ గలగడం, దూరంగా గాని, దగ్గరగా కాని కావలసిన చోట దృష్టిని కేంద్రీకరించ గలగడం మన కంటికి గల విశిష్ట లక్షణాలు. కన్ను వెనుక భాగమందున్న సూక్ష్మగ్రహణ శక్తిగల అక్షికము (రెటినా) అనబడే తెరమీద ప్రతిబింబాన్ని కేంద్రీకరింప జేయగలిగేటట్టు దృగ్యంత్రంవలె మన కన్ను నిర్మించబడడం వల్లనే

దానికి విశిష్టశక్తులు కలుగుతున్నాయి. మనకు కండ్లు రెం డుండంచేత, అవి సృష్టించే ఆక్షిక ప్రతిబింబాలలో ఈషద్భేదము ఉండడంచేతా, ప్రతిదీ మూడు పరిమాణాలలో స్పష్టంగా కనబడుతోంది. అయితే మన రెండు కండ్ల ఆక్షికముల మీదా బాహ్యప్రపంచం యొక్క ప్రతిబింబాలు కొంచెం తేడాతో వేరువేరుగా పడు తున్నప్పటికీ, అవి రెండూ రెండు విభిన్న దృశ్యాలుగా కాక ఒకటిగానే కనుపించడం, అది ఒకటే అనే నిశ్చితజ్ఞానాన్ని కలిగించడం గురించి ఆలోచించిన కొలదీ అద్భు తంగా ఉంటుంది. అలాగే దూరంగా గాని, దగ్గరగా గాని ఉన్న వస్తువు, లేదా వస్తువుల మీద దృష్టిని పూర్తిగా కేంద్రీకరించ గలగడం, వాటి స్వరూపాలను వివరంగా పరిశీ లించ గలగడంవంటి అద్భుత లక్షణాలను బట్టి, మన చక్షురింద్రియం ఎప్పటి కప్పుడు అవసరానికి తగినట్లుగా తాత్కాలికంగా, తనంత తానుగా ఎలా మారుతూ ఉంటుందో తెలుసుకోవచ్చు.

మన పరిసరాలలో కానవచ్చే కాంతిలో విస్తారమైన హెచ్చుతగ్గులకు అను కూలంగా సర్దుబాటు చేసుకుని, తదనుగుణంగా ప్రవర్తించ గలగడం మన చక్షురింద్రి యానికి గల అద్భుతమైన గుణాలలో ఒకటి. ఆరుబయట తీక్షణంగా ఉన్న ఎండలో నుంచి మసక వెలుతురు గల ఇంటిలోపలికి ప్రవేశించి నప్పుడు, వెలుతురు పదిలక్షోవంతుకు తగ్గిపోవచ్చు. అయితే అంత ఆకస్మికంగా వెలుతురు తగ్గిపోవడం చేత కంటికి ఒకవేళ బాధ కలిగినా అది క్షణికమైనది మాత్రమే. త్వరలోనే ఆ మసక వెలుతురుకి మన కన్ను అలవాటుపడిపోతుంది. చీకటిలో కొంతసేపు విశ్రాంతి చెందిన తరువాత, మొట్టమొదట కనిపించని వస్తువులు ప్రకాశ వంతంగా కనిపిస్తాయి. అన్నీ అనుకూలమైనస్థితిలో మానవ నేత్రాలకు గల సూక్ష్మ గ్రహణశక్తి ఎంతో అద్భుతజనకంగా ఉంటుంది.

మనం ఉండే ఈ ప్రపంచం కేవలం తెలుపు, నలుపు, బూడిద రంగులతో మాత్రం నిండివుంటే ఏమీ ఉత్సాహకరంగా ఉండదు. పరిసరాలను బట్టి మనకు కలిగే ఆనందం రకరకాల రంగులలోని భేదాలను మెచ్చుకోగల మన విచక్షణాశక్తి వలన ఇనుమడిస్తుంది. సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధభాగాలకు సంబంధించిన తరంగ దైర్ఘ్యంలో కల తేడాలే రంగుకు ఆధారమని ఇదివరకే వివరించాను. అయితే ఈ నిర్వ చనం మనలో వాస్తవమైన వర్ణపరిజ్ఞానానికి సంబంధించిన అనుభూతిలో స్వల్ప భాగానికి మాత్రమే వర్తిస్తుంది. తరంగ దైర్ఘ్యంలో గల అతిస్వల్పమైన మార్పులు రావడంవలన మన కంటికి విభిన్నమూ, విస్పష్టమూ అయిన వర్ణవిచక్షణాశక్తి ఎలా

కలుగుతూ౦దన్నది ఎంతో ఆసక్తి జనకమైన ప్రశ్న. ఈ విధంగా వర్ణవిభేధాలను గుర్తించేశక్తి మన కంటికి ఉండడానికి కారణం మన శరీరంలో దాని నిర్మాణ వైచిత్రి అంటే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిత్యానుభవంలో వర్ణచిత్రంలోని ఏకవర్ణచ్ఛాయలను గురించి మనం అంతగా పట్టించుకోమనే సంగతిని ఈ సందర్భంలో మనం గమనించ వలసివుంది. ఒక వస్తువు అనేక రంగులలో ఉన్నట్టు కనబడినప్పటికీ, వర్ణపట దర్శినితో పరీక్షించినప్పుడు వర్ణచిత్రంలోని అన్నిరంగులూ దానిలో కనపడవచ్చు. దీనికి సరియైన ఉదాహరణ ఆకాశంయొక్క నీలిరంగు. రంగు అనేది చక్షురింద్రియాను భూతి. ఇది మామూలు తెల్లనికాంతి తాలూకు వర్ణపటంలో కానవచ్చే సాంద్రతకూ, మరొక వర్ణపటంలో కానవచ్చే కాంతి సాంద్రతకూ మధ్య ఉండే తారతమ్యమే నని భావించబడుతోంది.

రంగు అనేది ఇంద్రియానుభూతి అనే భావంతో పరిశీలించడం ఎంతో ఆసక్తి కరమైన విషయం. పైగా ఇట్టి పరిశీలన ఎంతో ఉపయోగకరమైనది కూడా. రంగుల స్వరూప స్వభావాలకు సంబంధించిన పరిశీలనలో వెల్లడైన అనేక వైజ్ఞానిక సత్యాలకు సరియైన ఉదాహరణలుగా ఈ క్రిందివానిని పేర్కొనవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని ఎరుపు రంగుతో ఆకుపచ్చని రంగును కలిపి పసుపురంగును సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రం లోని పసుపురంగు నూరుపాళ్ళకు వర్ణ చిత్రంలోని ఊదా రంగు ఒకపాలు వంతున కలిపి తెల్లటి కాంతిని సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని ప్రధాన వర్ణములైన ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, నీలిమ లేక ఊదా రంగులను ఉచిత రీతిని సంపుటీకరించి రక రకాల రంగులు ఎన్నింటినైనా సృష్టించవచ్చు. ప్రమాణములైన, ప్రధాన వర్ణముల తరంగ దైర్ఘ్యములను చాలావరకు మార్చివేయవచ్చు. అవి ఏకవర్ణ కిరణములుగా కాకుండా, వర్ణ చిత్రంలో ఎక్కువ వెడల్పయిన భాగముగానూ ఉండవచ్చు.

భ్రాంతి అనీ, కంటికి అలసట అనీ సాధారణంగా వ్యవహరించబడే దృష్టి విశేషాలగురించి తెలుసుకోకపోతే, కాంతిని గురించీ, రంగులను గురించీ ఎంత చెప్పినా చెప్పవలసిన దంతా పూర్తిగా చెప్పినట్లు కాదు. అనేక రకములైన తేజో మూర్తులను, లేదా రంగువస్తువులను చూసినప్పుడు మనకు కలిగే చక్షురింద్రియాను భూతికి ఇవి ఎంతగానో తోడ్పడుతాయి. అలాగే రకరకాలైన రంగులను ఒకదాని సరసనే, మరొక దానిని ఉంచి చూచినప్పుడు కనబడే తేడాలు, పొందిక, వైరుధ్యపు విశేషాలను నిర్ణయించడంలోనూ, సుందర వస్తు సందర్శనాను భూతిని కలిగించడం లోనూ కూడా ఇవి ఎంతో తోడ్పడుతాయి.

సహజమైన దృష్టిగలవారు రంగు భేదములను స్పష్టంగా గుర్తించగలరు. కాని కొందరు దురదృష్టవంతులు అట్టి వర్ణ విచక్షణాశక్తిని కోల్పోతారు. అది రంగులను చూడలేని, చూసినా గుర్తించలేని గుడ్డితనం. ఈ విధంగా రంగులను గుర్తించలేక పోవడం కొన్ని విధములైన ఉద్యోగములలో చాలా ప్రమాదకరం కూడాను. కనుకనే ఈ వ్యాధినిగురించి బహుశ్రద్ధగా పరిశీలన జరుగుతూ ఉంది. ఇట్టి పరిశీలనవల్ల మామూలు కంటికి రంగులు ఎందుకు కనబడతాయి అన్న విషయాన్ని గురించి కూడా అనేక ముఖ్య విశేషాలు వెల్లడి కాగలవు.

వెలుతురు పడటంవలన కంటిలో కలిగే మార్పుల గురించి విపుల పరిశోధనలు ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరాలుగా జరుగుతున్నాయి. అందువల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక సత్యా లన్నింటినీ క్రోడీకరించి చాక్షుషశాస్త్ర సిద్ధాంతములను రూపొందించడానికి సైతం తగు ప్రయత్నాలు జరుగుతున్నాయి. మన కంటిలో 'రెటీనా' అనబడే తెరను గురించీ, ఇంతవరకూ తెలిసిన వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ తనమీద పడే వెలుతురును హరించడంద్వారా తాత్కాలికమైన రాసాయినిక మార్పులకు గురి అయ్యే రంగు ద్రవ్యములు కొన్ని ఈ తెరలో కలవన్న ఊహకు ఆధారమైన ఇతర వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ ఈ చాక్షుషశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఉత్తమశ్రేణికి చెందిన జంతువుల కన్నులలోని అక్షికములలో ఉండె నరముల కడ్డీల నుంచి "విజువల్ పర్పుల్" అనబడే రంగును వేరుచేయవచ్చునని, ఆ రంగు ద్రావణం తీక్ష్ణ కాంతిప్రసారంవల్ల తెల్లబడిపోతుందని ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువైంది. దాని ఆధారంగా శారీరక తేజశ్శాస్త్ర విభాగంలో కొన్ని కొత్త సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించ బడ్డాయి.

7. కాంతి, రంగు - శాస్త్రము, పరిశ్రమ

వేకువనే నిద్రనుండి లేచి, పగలల్లా పనిచేసి చీకటిపడు వేళకు చెట్టుకొమ్మలను చేరి నిద్రించే పక్షులలాగా ఇల్లు చేరడం, మనం దినచర్యను దివ్యంగా ఏర్పాటు చేసుకునే విధానం అయితే కావచ్చు కాని, ఇట్టి జీవిత విధానాన్నే నిత్యమూ అవలంబించేటట్టు ఎంతటి గుండె ధైర్యం కల నియంత అయినా శాసించడానికి సాహసించగలడా అని నా సందేహం. నిర్మలమైన సూర్యరశ్మి పగలు పన్నెండు గంటలూ పుష్కలంగా లభించే ఉష్ణమండల ప్రదేశములలో నివసించే వారికి ఇట్టి జీవిత క్రమం ఒకవేళ సరిపడితే సరిపోవచ్చునేమో, కాని ఉత్తరదేశంలో దీన్ని అనుసరించడం ఎంతమాత్రం సాధ్యంకాదు. ఇంక ధ్రువమండలముల మాట సరే సరి. అక్కడ పూర్తిగా ఆరుమాసాలపాటు సూర్యుడు అసలే కనిపించడు. కాని ధ్రువకాంతులు మాత్రం ఆ భూభాగాలను ఎడతెగని చీకటి నుంచి రక్షిస్తూ ఉంటాయి. మానవుడు మంచికో, చెడ్డకో ఎందుకైతే నేమి తాను పని చేసే కాలం పొడిగించుకొనడానికై తనకు చేతనైన రీతిగా కాంతిమంతమైన దీపాలను నిర్మించుకుంటున్నాడు. ఇట్టి కృతక దీపాలలో అతిపురాతనమైనవి మంటలూ. కాగడాలున్నూ. వెలుతురుతోపాటు లభించే వేడిమి శీతల ప్రాంతాలలో మిక్కిలి సదుపాయంగా ఉండడం సహజమే. నిజానికి ఆర్యుల మత చిహ్నమైన అగ్నిపూజ మంచు మయమైన ఉత్తర సీమలలో ఆర్యుల పూర్వులు నివసించిన నాటిదని భావన.

యుగ యుగాలుగా కృతకంగా దీపాలను నిర్మించే కృషిలో మానవులు ఎలా కృతకృత్యులవుతూ వచ్చారో చెప్పాలంటే చాలా చెప్పవచ్చు. కమనీయమైన కంచు సెమ్మలలో అందంగా వెలిగే ఆముదపు దీపాలు మన కందరకూ తెలిసినవే. అయితే అవి ఇప్పుడు వాడుకలో లేకుండా ఏదో మూలను పడి వున్నాయనుకొండి. అది వేరే విషయం. ఆ పాత పద్ధతులు అన్నీ ఇప్పుడు పోయాయి. వాటి సానే ఎన్నో రకరకాల కొత్తవన్నీ వాడుకలోకి వచ్చాయి. కిరసనాయిలు దీపాలు, గ్యాస్‌లైట్లు, బొగ్గుతీగ విద్యుద్దీపాలు; లోహపుతీగ విద్యుద్దీపాలు, వాయువుతో నిండిన విద్యు

ద్దీపాలు, తక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, ఎక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, నియాన్‌దీపాలు, సోడియమ్ దీపాలు వగైరా అన్నీ ఈ కోవకు చెందినవే.

దీపం ఉపయోగం గురించి ఆలోచించేటప్పుడు అనేక విషయాలను గమనించవలసి ఉంది. మన దుస్తులూ, ముఖవర్చస్సూ, దేహచ్ఛాయ పగటి వెల్తురులో ఒక విధంగాను, కృత్రిమ దీపకాంతులలో మరొక విధంగానూ చాలా తేడాగా కనిపిస్తాయి. అయితే ఇందువల్ల కొంత లాభం లేకపోలేదని స్త్రీల కందరకూ తెలిసిన విషయమే; ఆ సంగతిని వా రెప్పుడూ మరచిపోరు కూడా. కేవలం ఉపయోగాన్నిబట్టి చూస్తే అన్నివిధాలా పగటి వెలుతురును పోలిఉండే కాంతిని ఇచ్చే కృత్రిమదీపం చాలా ప్రశస్తమైంది. అలాగే కంటికి హాయిగా ఉండాలంటే కృత్రిమ దీపకాంతి పగటి వెలుతురు వలెనే బాగా చెదిరిపోయినట్లు ఉండడం మిక్కిలి అవసరం. కడు తీక్ష్ణమైన దీపకాంతి విశేషంగా కేంద్రీకరింపబడి ఉన్న గదిలోకి ప్రవేశించినపుడు కండ్లు మిరుమిట్లు కమ్మి చాలా బాధపడతాయి. నిజానికి ఆ బాధకంటె ఎక్కువైన బాధ మరొకటి లేదు. దీపాలచుట్టూ గోళాకారపు ఆచ్ఛాదనలు, వెలుతురును చెదరగొట్టడానికి అమర్చుకునే అన్నిరకాల ఆచ్ఛాదనలూ కంటికి ఇట్టి బాధలేకుండా కనీసం పగటి వెలుతురంత సుఖంగానైనా ఉండేటట్లు చేయడానికై ఉద్దేశించబడ్డాయి. జాగ్రత్తగా ఆలోచించి తగుమాత్రంగా రంగును కృతక దీపాలలో చేర్చడంవల్ల-అలా చేర్చవచ్చు కూడా - సుందరదృశ్యా లెన్నింటినో సృష్టించవచ్చు.

పురాతన పద్ధతులప్రకారం వెలుతురుతో బాటువేడికూడా లభిస్తుందని లోగడనే మనవి చేశాను. కాని ఇందులో వ్యర్థమైపోయే దెక్కువ. ఒక వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రత బాగా పెరిగినప్పుడు అది కాంతిమంతమై వెలుగును విరజిమ్ముతుంది. ఉష్ణోగ్రతతో బాటుగానే కాంతికూడా ఎక్కువవుతుంది. వేడికూడా ఎక్కువగానే ఉత్పత్తి అవుతుంది. కాని ఉష్ణోగ్రత పెరిగినకొలదీ వెలుతురికీ, వేడికీ మధ్య నిష్పత్తి కూడా పెరుగుతుంది. తేజోమూర్తినుండి ప్రసారమయ్యే యావత్తుశక్తి కనబడే వర్ణచిత్రపు కిరణాలలోనే కేంద్రీకృతమయ్యే దీపమే ఆదర్శప్రాయమైన దీపం. ఇందులో అనవసరంగా వేడిమిరూపంలో శక్తి అసలేమీ వ్యయంకాదు. అసలు వేడి ఏమీలేకుండా పూర్తిగా వెలుతురును మాత్రమే ప్రసారం చేస్తుందని చెప్పబడే మిణుగురు పురుగును పోలినట్టి దీపం ఆదర్శప్రాయమైనదిగా నిర్వచించబడింది. స్వయం ప్రకాశములై తమ సహజ కాంతితో పరిసరములను సైతం వెలిగించే రకరకాల జీవులు చాలా

ఉన్నాయి. అనగా సముద్రములయొక్క, మహాసముద్రముల యొక్క అట్టడుగున జీవజ్యోతులు అనబడే జలజంతువులు ఎన్నో నివసిస్తున్నాయి. ఈ జీవజ్యోతుల వర్గానికిచెందిన జంతువులు అట్టికాంతిని ఎలా ప్రసారం చేస్తున్నాయి అనే విషయాన్ని గురించి ఇటీవల కొలది సంవత్సరాలుగా విపుల పరిశోధన జరుగుతోంది. సముద్ర గర్భంలో నివసించే స్వయం ప్రకాశకమైన జీవజ్యోతుల వర్గానికి చెందిన చేపలను అనుకరించి రసాయినిక విధానాలతో ఒక కృతక దీపాన్ని వైజ్ఞానికులు సృష్టించ గలరనడంలో సందేహం లేదు. ఏమంటే, వేడి లేకుండా వెలుతురును మాత్రమే ఇవ్వగలిగిన యౌగికాలు ఇప్పుడు అందుబాటులో లేకపోలేదు. మనకు తెలిసినంత వరకు ఆదర్శదీపం అన్న నిర్వచనానికి సరిపడగల ఉదాహరణ స్వయంప్రకాశకత్వం (ల్యూమినిసెన్స్) లక్షణంలో లభిస్తుంది. "జిప్సమ్"ను భస్మం చేసినప్పుడు చీకట్లో ప్రకాశించే చిత్రమైన గుణంగల పదార్థంగా మారుతుందని 'బొలోనా'లో గొడారి పని వాడొకడు కనిపెట్టాడు. వైజ్ఞానిక విశేషంగా భావించీ దాని స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకోవాలనే కోరికతో ఎన్నో పరిశోధనలను ఎంతమందో సాగించారు. ల్యుమిని సెన్స్ అనే స్వయం ప్రకాశక లక్షణాన్ని గురించీ దానిని కృతకంగా సృష్టించే విధానాలను గురించీ ఎన్నో విషయాలు ఈ పరిశీలన వలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చాయి. కేవలం వేడిచేయడం వల్లనే ఒక వస్తువునుంచి వెలువడే కాంతికంటె దాని వర్ణ చిత్రపు నిర్ణీతశ్రేణిలో ఎక్కువ కాంతిని ప్రసారం చేయగల దానిని 'ల్యుమిని సెంట్' అంటారు. ఈ ల్యుమినిసెన్స్ అనే లక్షణం అనేక విధాలుగా వ్యక్తం కావచ్చు. అతి నీల లోహిత కాంతి ప్రసారం ద్వారా దీనిని వ్యక్తం చేయడం బాగా వాడుకలో ఉన్న విధానం. నీల వజ్రాలను అదృశ్యమైన అతి నీలలోహిత కాంతిలో ఉంచినప్పుడు అవి మెరుస్తూ కనిపించడం ఇందుకు ఒక మంచి ఉదాహరణ. ఇలాంటి వజ్రం నా దగ్గర ఒకటుంది. చీకటి గదిలో దానిపై అదృశ్యమైన అతి నీలలోహిత కాంతిని ప్రసరించి నప్పుడు దానినుంచి ప్రసారమయ్యే వెలుగులో వార్తా పత్రికను దానికి దగ్గరగా ఉంచి చక్కగా చదువుకోవచ్చు.

తగు జాగ్రత్తగా ఎంచిన వస్తువులు పెక్కింటిని మెరిసేటట్టు చేయడానికి ఇతర మార్గాలుకూడా చాలా ఉన్నాయి. ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహముచేత, లేదా కెథోడ్ కిరణాలచేత తాడించడం ఒక పద్ధతి. అలాగే ఎక్స్ కిరణాల ప్రభావంవల్ల అనేక ద్రవ్యాలలో ఇలాంటి గుణమే కలుగుతుంది. రేడియో ధార్మికశక్తికల ద్రవ్యాలనుంచి ప్రసారమయ్యే కిరణాలతో తాడించినప్పుడు కూడా కొన్ని రకాల ఘన పదార్థాలలో

ల్యూమినిసెన్స్ ప్రేరేపింపబడి అవి మెరుస్తాయి. ఇలాంటి వాటికి మంచి ఉదాహరణ యశద గంధకిదం (జింక్ సల్ఫైడ్). స్థూలంగా చూచినప్పుడు ల్యూమినిసెన్స్‌లో రెండు రకాలున్నట్టు ద్యోతక మవుతుంది. అందులో మొదటిది ప్రేరేపణ జరుగుతున్నంతసేపు కాంతి ప్రసార మవుతూండడం, దీన్ని 'ఫ్లూర్లస్సెన్స్' అంటారు. ఇక భాస్వరద్యుతి (ఫాస్ఫారిసెన్స్) అనబడే రెండవ రకం. ఇది ప్రేరేపణ ఆగిన తరువాత ఉండే ప్రసారం. దీనివల్ల ప్రేరేపణ పొందిన వస్తువు చీకట్లో కొంతసేపు ప్రకాశిస్తుంది. ప్రేరేపణ జరిగిన కాలంలో కూడబెట్టున్న శక్తిని అప్పుడు నెమ్మది నెమ్మదిగా వదలిపెడుతుంది. కొంతకాలం అయిన తరువాత భాస్వరద్యుతినిచ్చే ప్రతి వస్తువూ కూడా తిరిగి ప్రేరేపింపబడితే తప్ప ప్రకాశించడం మానివేస్తుంది.

గతించిన ఒకటి రెండు దశాబ్దులలో ల్యుమినిసెన్స్ యొక్క ఉపయోగం బహుముఖాల, బహువిధాల విస్తరించింది. వీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పదగింది ఫ్లూరస్సెంట్ దీపాల అభివృద్ధి. ఇవి ప్రధానంగా విద్యుత్ప్రవాహ భరితమైన గాజు గొట్టాలు. ఈ గొట్టాల లోపలి భాగం అంతా పారదర్శకమైన 'ల్యూమినెస్సెంట్' పదార్థం పల్చగా పూయబడి వుంటుంది. ఈ విద్యుత్ప్రవాహంవల్ల ఉద్భవించే అదృశ్యమైన అతి నీలలోహితకాంతిని ఈ పూత దృశ్యమానమైన వెలుతురుగా మారుస్తుంది. ప్రస్తుతం ఇలాంటి దీపాలు చాలాచోట్ల వాడుకలో ఉన్నాయి. ఈ దీపాల విషయంలో కొన్ని లోటుపాట్లు ఉన్నా అద్భుతంగా పనిచేసేవి కాబట్టి, ముందు ముందు దీపాలంకార విన్యాసాలలో ఇవి ఇతోధికంగా ఉపయోగపడగలవు.

కెథోడ్ కిరణ ప్రసారంవలన గాని, ఎలెక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహం వలన తాకిడి జరిపినప్పుడు ప్రేరేపింపబడిన 'ల్యూమినిస్సెన్స్'కు ప్రత్యేకోపయోగా లెన్నో ఉన్నాయి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ టెలివిజన్ రిసీవర్. ఎలెక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శిని మున్నగు వైజ్ఞానిక పరికరాలలో విశేషంగా ఉపయోగపడే 'కెథోడ్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్.' ఈ వైజ్ఞానిక పరికరాలలో ఉండే మెరిసే తెరలు రానురాను మరింత సున్నితంగా, సమర్థంగా, ప్రయోజనకరంగా ఉండేటట్టు తీర్చిదిద్దబడుతున్నాయి. టెలివిజన్ వ్యాప్తి వృద్ధి అయినకొలదీ వాటిల్లో ఇతోధికమైన అభివృద్ధి మున్ముందు తప్పక ఉంటుంది. "ల్యుమినిస్సెంట్ పెయింట్స్' అనబడే చీకటిలో మెరిసే రంగుల ఉపయోగాలు అనేకం. వీటిల్లో ఫ్లూరస్సెంట్ అనీ, ఫాస్ఫరెస్సెంట్ అనీ రెండు రకాలున్నాయి. తలుపులమీదా, మెట్లదగ్గరా, ప్రమాదకరమైన మలుపు లున్నచోట్లా చీకటిలో, ప్రయాణీకులను హెచ్చరించడానికిగాను చీకటిలో చక్కగా మెరిసే ఈ

'ఫాస్ఫరెస్సెంట్' రంగులతో చిహ్నాలను తయారుచేసి అమర్చుతారు. ఇట్టి రంగులను వాడడంవల్ల వాటి పరిసరాలలో అనవసరంగా దీపాలను వెలిగించి పెట్టవలసిన శ్రమ లేకుండాపోతుంది.

ఈ విధంగా చీకటిలో మెరిసేటట్టు ప్రేరేపింప వీలైన శుద్ధ రసాయన ద్రవ్యాలు కొన్ని లేకపోలేదు. అయితే అపరిశుద్ధమైన, అన్య ద్రవ్యాలు కలిసిన యౌగికాలు కూడా చాలా ఉన్నాయి. ఇలాంటివాటిలో మెరిసే గుణం అందులో చేరిన అన్యద్రవ్యం నిష్పత్తినిబట్టి మారుతూ ఉంటుంది. కొన్ని కొన్నింటిలో ఈ అన్యద్రవ్యాలు లవలేశంగా ఉన్నప్పటికీ, చీకటిలో మెరిసే గుణం ఎక్కువగానే ఉంటుంది. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ ఎర్రగా మెరిసే కెంపు. ఇందుకు కారణం కెంపులో ముఖ్యంగా ఉండే స్ఫటిక స్వభావం కల 'ఎల్యూమినా'లో చేరిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం 'క్రోమిక్ ఆక్సైడ్' మాత్రమే. మూలద్రవ్యంతో కలిసిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం లేదా, అన్యద్రవ్యాల స్వభావాన్నీ, పరిమితినీ తగు విధంగా మార్చడం చేతనూ, ఈ మెరిసే గుణంయొక్క రంగునీ. తీవ్రతనూ, ప్రమాణాన్నీ, పరిమాణాన్నీ, ప్రేరేపణనూ నిలిపివేసిన తరువాత ప్రసార పరిమితిని కూడా పూర్తిగా మార్చవచ్చును. మూలద్రవ్యంలో అపరిశుద్ధమైన అన్యద్రవ్యంగా నికెల్ లోహం లవలేశంగా కలిసినప్పటికీ 'ఫ్లూరస్సెన్స్'లో ఏమీ మార్పు లేకుండానే భాస్వరద్యుతి మాత్రం పూర్తిగా నశించిపోతుందని వైజ్ఞానికులు కనుగొనగలగడం అత్యాశ్చర్యకరం ఇది బహుళ ప్రయోజనకారి అయిన విశేషం. ఒక ఉదాహరణ : టెలివిజన్ రిసీవర్లు సమర్థంగా పనిచేయాలంటే, కెథోడు కిరణప్రవాహంచే మర్దించబడే సమయంలో 'భాస్వరద్యుతి' లేకుండా తీక్ష్ణమైన 'ఫ్లూరెస్సెన్స్' మాత్రమే ఉండడం అవసరం. కేవలం వైజ్ఞానిక దృష్టితో మాత్రమే సాగించిన పరిశోధనలు అందరికీ అనేక విధాల ఎలా ఉపయోగపడతాయో వివరించి చెప్పడానికి ఈ 'ల్యుమినిస్సెన్సు'ను గురించి జరిగిన పరిశోధనలు మంచి ఉదాహరణలు.

దీపాల ఏర్పాటుకు, ఇతర సదుపాయాలకు వలెనే డబ్బు చాలా ఖర్చు చేయవలసి ఉంటుంది. అందుచేత ఈ దీపాలను కావలసిన చోట్ల కావలసినంతవరకు మాత్రమే అమర్చుకోవడం అవసరం. ఆయా అవసరాలకు తగినట్లుగా ఎంత కాంతి కావాలి అన్న విషయాన్ని ముఖ్యంగా ముందు తేల్చుకోవాలి. ఈ సందర్భంలో ఇందుకు సంబంధించిన భౌతిక, శారీరక సమస్య లన్నింటిని గురించి కూడా ఆలోచించవలసి వుంది. ఇందుకై కాంతి గుణాన్నీ, రాసినీ, త్వరితగతిని కొలిచి ఖచ్చితంగా

చెప్పగలిగిన సున్నితమైన తేలిక పరికరా లెన్నో నిర్మించబడ్డాయి. వీటిని ఒక చోటి నుంచి మరొకచోటికి సులభంగా చేరవేయవచ్చు కూడా. ఇలాంటి పరికరాలలో ముఖ్యమైనది ఫోటోమీటర్. ఇది బేటరీ అక్కరలేకుండా పనిచేస్తుంది. దీనిలో కొంతవరకు విద్యుద్వాహక శక్తి గల 'సెలీనియం' తామ్ర అమ్లజనిదములను అమర్చుతారు. కాంతి వాటిమీద పడగానే అవి సంపూర్ణ విద్యుద్వాహకములుగా మారి, విద్యుత్ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. ఇందుకు కావలసినవి 'ఫోటోసెల్' ఒకటి. ఎంతో సున్నితమైన, అతి స్వల్ప విద్యుత్ప్రవాహాల ఉనికినిసైతం గ్రహించి చూపగల విద్యున్మాపకం ఒకటీని. ఈ రెండింటినీ జతపరచి సులువుగా వాడుకోవానికి వీలైన యంత్రం ఒక దానిని నిర్మించుకోవచ్చు.

రంగుయొక్క గుణాన్నీ, రాశినీ ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడ మనేది 'ఫోటోమిట్రీ' (కాంతిని కొలవడం) కంటె ఎంతమాత్రం తక్కువ ఉపయోగం కలది కాదు. రంగులలోని ఛాయా భేదాలను, వాటిలోని సాంద్రతా భేదాలను వేరుపరచడంలో సుశిక్షితులైనవారు ప్రదర్శించే నేర్పూ, వివేకమూ ఇంచుమించుగా స్వరముల యొక్క గుణ భేదములను, సున్నితమైన స్థాయీ భేదములను ఖచ్చితముగా గుర్తుపట్టే సుశిక్షితుడైన సంగీతవిద్వాంసునికి ఉండేనేర్పూ, సామర్థ్యములవంటివే కావడం నిజంగా ఆశ్చర్యకరం. సంగీత విషయములో వలెనే రంగు విషయములో కూడా మన ఇంద్రియానుభూతిని అందుకు కారణమైన మూలద్రవ్యాలుగా విశ్లేషించవచ్చు. ఈ సందర్భంలో తన సహజ దృష్టితో వర్ణ ఛాయాభేదాలను సులభంగా వివక్ష చేయగల సుశిక్షితుడైన నిపుణుని నిశిత ప్రజ్ఞతో దీటురాగలిగినంతటి శక్తిమంతమూ, సున్నితమూ అయిన దృగ్యంత్రాలు, పరికరాలు ఎన్నో నిర్మించబడ్డాయి.

8. పల్లెటి పట్టులు – భౌతిక విజ్ఞానం

మన్ను

సమస్తమైన వ్యవసాయానికీ, దానిని బట్టి యావత్తు మానవ నాగరికతకూ మన భూమిమీది మన్ను ఆధారమై ఉంది. నేల స్వభావమునూ, దాని గుణములనూ, సాగు చేయడానికి వుపయోగించే పద్ధతులనూ శాస్త్రీయంగా పరిశోధించడం చాలా ముఖ్యం.

భౌతికంగానూ, రాసాయినికంగానూ ఎంతో క్లిష్టమైన నిర్మాణం నేలది. అనేక విధాలుగా మారుతూ ఉండే స్వభావం దానిది. దాని ఉత్పత్తిని గురించీ, ప్రకృతి సిద్ధంగానూ, మానవకృషి ఫలితంగానూ నేలలో కలిగిన విపరీతమైన మార్పులను గురించీ ఆలోచించినప్పుడు దాని స్వభావము క్లిష్టమూ, పరిణామశీలమూ అయిఉండ డంలో ఆశ్చర్యం ఏమీ కలుగదు. మన్నుదానికి పేరైన మామూలు మట్టిలో రకరకా లైన ఎన్నో ఖనిజములు చాలావరకు కలిసిపోయి ఉంటాయి. ఈ ఖనిజపు తునకలు అనేక రకాలుగా, అనేక పరిమాణాలలో ఉంటాయి. పెద్దపెద్ద రాళ్ల మొదలుకొని శక్తివంతమైన సూక్ష్మదర్శినిలో సైతం కనబడనంతటి చిన్నకణము వరకు అందులో చేరి ఉంటాయి. కొంత నిర్ణీత ఘనపరిమాణముగల భూమిలో ఉండే ఖనిజ శకలముల సంఖ్య, వాని బరువుతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాధారణంగా చాలా ఎక్కువగానే ఉంటుంది. దానిలో చేరిఉండే ఖనిజం వగైరాల నిష్పత్తిని బట్టే నేల గుణము మారుతూ ఉంటుంది అందుచేతనే నేలను గురించి శాస్త్రీయంగా జరిపే పరిశీలనలో భూసార విశ్లేషణకు విశేష ప్రాధాన్యం ఉంటుంది. అనగా మంటిలో ఉండే ఆయా ద్రవ్యాల పరిమాణ భేదములను బట్టి భూసారాన్ని వర్గీకరించడం, ప్రతి వర్గంలోనూ ఉన్న నానావిధానేక ద్రవ్యాణువులకు బరువులోనూ, సంఖ్యలోనూ గల తారతమ్యమును అంచనా కట్టడమూ, ఈ భూసార పరిశోధనలో ప్రధానాంశాలు. ఇందుకని స్తంభాకారంలో ఉండే గుండ్రని పొడుగాటి గాజుపాత్రలో నీరుపోసి, పరీ క్షించవలసిన మట్టిని వేసి బాగా కలియబెట్టుతారు. అలా కలియబెట్టినదానిని కొంతసేపు

ఉంచుతారు. ఆ సమయంలో దానిలో వివిధ పరిమాణములలో చేరిఉన్న ఖనిజాలు నీటి అడుగుకు త్వరత్వరగా చేరుకుంటాయి. ఇవి ఇలా ఎంత వేగంగా విడిపోతాయో దానిని బట్టి భూసారాన్ని నిర్ధరిస్తూ ఉంటారు. ఒకదానికంటె ఒకటి తక్కువగా ఉండే పరిణామక్రమంలో ఏర్పాటయ్యే ఖనిజదేశాల వర్గీకరణను సూచించడానికై సన్న కంకర, ముతక ఇసుక, సన్న ఇసుక, బురద, బంకమన్ను అనే వివరణ గల పేర్లను ఉపయోగిస్తాం. వీని పరిమాణంలో అసంఖ్యాకమైన భేదాలు ఉంటాయి. వాటన్నింటిని మనం సంవర్గమానంలో వీలుగా చిత్రించి చూపవచ్చు.

తడి నిలుపుకోలేని భూమి ఎందుకూ పనికిరా దనడం నిస్సంశయం. అందుచేత నేలలో ఉన్న తడిని గురించీ, దానిలోని ద్రవముల పాళ్ళనుగురించీ ప్రవాహ సరళిని గురించీ పరిశీలన చాలా ముఖ్యం. నేలలో వుండే నీరు సూక్ష్మనాళంలోని నీటిమట్టం వలె గొట్టపు సన్నం ఎక్కువైన కొలదీ మరింతపైకి లేస్తుందని లోగడ భావిస్తూ ఉండే వారు. పొడి అరిపోయే నేలలకూ, ముతక కంకర నేలలకూ, ఇసుక నేలలకూ ఎప్పుడూ తడిగా ఉండే బంకమన్ను నేలలకూ, సన్నకంకర నేలలకూ ఉండే ముఖ్యమైన భేదాలను ఇందువల్ల సులువుగా ఋజువు చేయ వచ్చునని కూడా విశ్వసించే వారు. అయితే ఇంతవరకు మనకు తెలియవచ్చిన విధంగా నేల స్వభావాన్ని, పైన చెప్పిన సూక్ష్మనాళ సామ్యపు సిద్ధాంతం సహేతుకంగా వివరించలేక పోతున్నదని, ఎంతో జాగ్రత్తగా చేసిన భూసార పరిశోధనలవల్ల తేలింది. నిజానికి మన్నులో సన్నటి రంధ్రాలు అరలు అరలుగా ఉంటాయి. ఈ అరలు వస్తుతః కొద్దిగా పెద్దవిగా ఖాళీగా ఉంటూ, రెండవ అరలోని సన్నటి కంతద్వారా కలిసిపోతుంటాయి. నీరు అరలన్నింటిలోనూ, వాని మధ్య ఉన్న సన్నటి కంతలలోను, పూర్తిగా వ్యాపించి నప్పుడు జలోపరితలం చాలావరకు కుంచించుకు పోతుంది. ఒకదాని సరసనే మరొకటిగా ఉండే సూక్ష్మరేణువుల మధ్య ఖాళీల రూపురేఖలలో ఉండే తేడాల వల్ల నేలలోని నీటి పారుదలలో ఎన్నో ముఖ్యమైన మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి. ద్రవముల ఒత్తిడిలో కలిగే స్వల్ప భేదాల వల్ల వెడల్పుగా వుండే అరల లోనికి ద్రవం త్వరత్వరగా ప్రవహించుతుందనీ, ఇరుకు మూతులుంటే వాటిలోనికి ప్రవహించాలంటే మాత్రం హెచ్చు ఒత్తిడి కావలసి ఉంటుందనీ, ఇదివరకే ఋజువైంది. ఇందుచేతనే సన్నని మూతిలోంచి వెడల్పైన దానిలోనికి నీరు చాలా వేగంగా ప్రవహించుతుంది. కాని వెడల్పుదానిలో నుంచి ఇరుకుదానిలోనికి ద్రవం అంత త్వరగా ప్రవహించదు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో అసలు ప్రవ

హించనే ప్రవహించదు. ఇలా ప్రవహించక పోవడానికి కారణం జలోపరితలపు వంపులో కలిగే స్వల్పమైన మార్పు మాత్రమే.

ఇట్టి సందర్భాలలో మన్నులో సన్నటి రంధ్రాలలో నీరు నిండడంలోనూ అవి తిరిగి ఖాళీకావడంలోనూ అద్భుత లక్షణాలు కొన్ని వ్యక్తమౌతున్నాయి. ఆయా సందర్భాలలో ఈ నీటిపొరుదల ఏకధారగా కాకుండా గెంతుతూ పోతుంది. మన్నులోపలి తేమ హెచ్చు తగ్గులనుబట్టి నేల స్వభావం మారుతూ ఉంటుంది. ఇలాంటి పరిస్థితులలో ప్రవాహంలో సంభవించే మార్పులను చిన్న చిన్న గాజు గోళముల గుంపుతోగాని ఇసుక రేణువులతోగాని జరిపే ప్రయోగములద్వారా సులభంగా చూపించవచ్చు. ఇందువల్ల మరొక ముఖ్యమైన ఉపయోగమేమంటే మంటిలో తేమను హెచ్చించడానికైనా, లేదా తగ్గించడానికైనా జరిగే ప్రయత్నాలను, ఎక్కువ మార్పులనూ నేలలోని నీరు ప్రతిఘటించుతుంది. తేమ ఎక్కువగా ఉన్నచోటనుండి తక్కువగా ఉన్న చోటుకు సన్నటి రంధ్రములగుండా ప్రవహించి పోవడానికి బదులు లోపలి ఖాళీలలో వ్యాప్తిని మార్చడంద్వారా స్వభావసిద్ధంగా, ఆ నేలకు గల నీటిని పీల్చుకొను శక్తికి అనుగుణంగా లోనికి పీల్చుకోబడుతుంది.

వ్రేళ్ళద్వారా మొక్కలకు అందే నీటికీ, ఈ స్థితికీ గల సంబంధం స్పష్టంగా తెలుస్తూనే ఉంది. వ్రేళ్ళు నేలలోని తేమ నంతనీ పీల్చివేయడంచేత పొడారిపోతుందన్న వాదానికి జవాబు, ఎక్కువ తడిగా ఉన్నచోట్లనుండి పొడి స్థలానికి నీరువచ్చి చేరుతుందన్న సూక్ష్మనాళ సిద్ధాంతంలో లభించింది. అనగా మొక్కల వ్రేళ్ళవద్దకు నీరు తనంత తానుగావే చేరుతుంది, అని దీని భావం. అయితే అసలు జరిగేది ఇందుకు కేవలం భిన్నమైంది. నిజానికి మొక్కలవ్రేళ్ళు నీటిని అన్వేషిస్తూ అన్ని వైపులకూ విస్తరించుతాయి అన్న సంగతి మనందరికీ బాగా తెలుసు. ఇందలి నిజానిజాలను గురించి, బలంగా పెరిగే మొక్కలవ్రేళ్ళు ఎంతోదూరం సువిశాలప్రాంతం అంతటా ఎలా వ్యాపించి అలముకుంటాయో చూసినవారికే నమ్మకం కుదురుతుంది, నేలకు, దానిలోని తేమకూగల సంబంధాలను గురించి సరిగా తెలుసుకోవడంవల్లనే పదునులో ఉన్న నేలమీద అదునులో కురిసే వానవల్ల ఎలాంటి మార్పులు కలుగుతాయో, ఆ వర్షపునీరు ఏమవుతుందో మనం స్పష్టంగా తెలుసుకో గలుగుతున్నాము. వస్తుతః మన్ను రసాయనిక యౌగికముల రేణువుల మిశ్రమంవల్ల ఏర్పడుతుంది. ఈ మంటి రేణువులు, ముఖ్యంగా వాటిలో అత్యంత సూక్ష్మమైనవీ, సున్నితమైనవీ పరస్పరం దగ్గరగా చేరుకోవడంవల్లనే మంటిముద్దలు ఏర్పడుతున్నాయి. దీనినే బంకమన్ను లక్షణం

అంటారు. దానినిబట్టే మన్ను స్వరూప స్వభావాలు నిర్ణయమవుతూ ఉంటాయి. దీని మధ్యన ఉండే ఖాళీలకన్న మిక్కిలి చిన్నవైన రంధ్రాలు చాలా ఉంటాయి. పొడి నేలమీద వర్షం కురిసినప్పుడు ఆ నీరు, నేల పైపదునలో ఉన్న చిన్న చిన్న మంటి ముద్దలలోని సన్నని రంధ్రములలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. ఇవి ఇలా పీల్చుకోగా మిగిలిన అదనపు వర్షపునీరు అంతా ఈ మంటిముద్దల మధ్య అరలు అరలుగా ఉండే పెద్దపెద్ద ఖాళీలగుండా క్రిందికి దిగుతుంది. అలా దిగే వాననీటిలో కొంత కొంత భాగాలను ఒకదానిక్రింద మరొకటిగా పేర్చబడినట్లుండే మంటిముద్దలు వరుసగా పీల్చుకుంటూనే ఉంటాయి. పడిన వర్షమునుబట్టీ, ఆరంభంలో నేలలోఉన్న తడినిబట్టీ ఆ వాననీరు ఏమైనా కావచ్చు. మొత్తం కురిసిన వాననీరంతా నేలయొక్క పై పొరల లోనే ఉండిపోవచ్చు. లేదా నేలలో అదివరకున్న నీటినంతా అట్టడుగుకు అదిమివేసి ఆ చోటును తాను పూర్తిగా ఆక్రమించుకోవచ్చు. నిజానికి నీటిని పీల్చుకునే మంటి ముద్దలన్నీ చిన్న చిన్న జలాశయాల వంటివని చెప్పవలసి ఉంది. మొక్కల వ్రేళ్ళపై ఉండే నులివ్రేళ్ళ గుంపులు, నీటికొరకై ఈ జలాశయాలను వెదుక్కుంటూ ముందుకు సాగిపోతాయి.

నాగలి వ్యవసాయాని కంతకూ చిహ్నం. ఎందుకంటే బెల్లు విరవడం, రక రకాలైన పనిముట్లతోను, పరికరాలతోను నేలను పదునుచేయడం వ్యవసాయంలో ముఖ్యాంశాలు. నేల స్వభావాన్నిబట్టే సాగుకు పడవలసిన పాటూ, వ్యవసాయపు పనుల తీరుతీయాలుంటాయి. ఆయా అవసరాలనుబట్టి రైతులు వివిధ దశలలో వేరువేరు పనులను నిర్వహిస్తూ ఉంటారు. ఆరంభంలో బెల్లు విరవడం, దుబ్బులు పీకివేయడం, విత్తనాలు నాటడానికి అనుకూలమయ్యేటట్టు దున్నిన నేలను గొర్రుతోలడం ద్వారా చదునుచేయడం, నారు పోయడం, నీరు పెట్టడం, ఊడుపులైన తరువాత మూన బాగా తిరిగిన చేలలోనుంచి భూసారాన్ని భుజహరించే పనికిరాని కలుపు మొక్క లన్నింటిని పీకి పారవేయించడం వగైరా వ్యవసాయపు పనులన్నీ ఈకోవకు చేరినవే. ముందుగా భూమిని సాగుకు లాయఖు చేయడానికీ, ఆ తరువాత కలుపు తీతకూ మొత్తం వ్యవసాయపు పెట్టుబడిలో అధిక భాగాన్ని ఖర్చుపెట్టవలసి ఉంటుంది. కనుక ఇందు నిమిత్తం అవలంబించబడే విధానాల పరిశీలన భూసార విజ్ఞాన కృషిలో మిక్కిలి ప్రధానమైంది.

దున్నేటప్పుడు నాగలి చాలు ఎంత లోతుగా పడుతుందన్నది ఆ యా నేల స్వరూప స్వభావాలను బట్టి, సమయ సందర్భాలనుబట్టీ పలు విధాలుగా ఉంటూ

ఉంటుంది. అంతే కాకుండా ఆ సమయంలో వాస్తవంగా నేల స్థితి మీద కూడా ప్రత్యేకంగా ఆధారపడి యుంటుంది. చాలా కాలంగా వర్షాలు లేక బీడుపడి గట్టిపడిన భూమిని దున్నడం చాలా కష్టం. కనుక తొలకరి జల్లులు పడేవరకు సేద్యపు పనులు ప్రారంభించరాదు. ఆయా పొలాలను ఎలా దున్నాలి? ఎంతవరకు దున్నాలి? అన్నది నాగటి కొఱ్ఱు ఆ నేల లోనికి ఎంత లోతుకు చొచ్చుకు వెళ్ళగలదనే దానిపై ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉంటుంది. స్వభావసిద్ధంగా విభిన్నములైన భూములలో ఆయా సందర్భాలను బట్టీ, అవసరాన్ని బట్టీ వలసినంత లోతుకు చొచ్చుకు పోగలిగినట్టి ఎలాంటి పొడినేలకైనా సరిపడునట్టి మేలు రకములైన నాగళ్ళను రూపొందించ డానికై చిరకాలమునుంచి కుశాగ్ర బుద్ధు లెందరో కృషి చేస్తూ వచ్చారు. యంత్రాల సాయంతో చేసే వ్యయంలో ఎలాంటి పొడి నేలనైనా సాగుచేయించ డానికి తగిన ఏర్పాట్లు చేయవచ్చును. కాని పశువుల చేత దుక్కి చేయించవలసి వచ్చినప్పుడు మాత్రం పరిస్థితి ఇందుకు కేవలం భిన్నంగా ఉంటుంది. పశువులకు గల కండబలమూ, వాటి సంఖ్యా బలమూపై అంతా ఆధారపడి ఉంటుంది. నేలలోనికి చొచ్చుకుపోయే నాగటి కొఱ్ఱుతో బాటు 'మోల్డుబోర్డు' అనే రెక్క కూడా ప్రతి నాగలికీ ముఖ్యమైనది. దున్నే టప్పుడు ఎగిరిన గడ్డను పైకెత్తి ప్రక్కలకు త్రోసి దున్నినంత మేరా నాగటి చాలును శుభ్రంగా ఉండేటట్టు చేయడమే ఈ రెక్క యొక్క ఉపయోగం. ఈ రెక్క యొక్క ఆకారం ఎలాగుంటే ఎక్కువ ఉపయోగంగా ఉంటుందనే విషయం గురించి చాలా శాస్త్ర చర్చ, ప్రయోగాలు జరిగాయి.

నేలలో సూక్ష్మరంధ్రా లుండడంచేత ఆ ఖాళీలలో వాయువు చేరివుంటుందని వేరుగా చెప్ప నవసరం లేదు. మొక్కల వ్రేళ్లూ, సూక్ష్మ జీవులూ ప్రాణవాయువును పీల్చుకుంటూ ఉంటాయి. బొగ్గుపులుసు గాలి తయారవుతూ ఉంటుంది. ఇవి ఎంతెంత ప్రాణవాయువును పీల్చుకుంటూ ఉంటాయి? బొగ్గుపులుసుగాలి ఎంత తయారవు తుంది? అనే విషయాలపై నేలలోని సూక్ష్మ రంధ్రాలలోని వాయుమిశ్రమం ఆధారపడి ఉంటుంది. అనగా లోపలినుంచి ఎంత బొగ్గుపులుసుగాలి బయటకు తప్పించుకొని వచ్చి, ఎంత త్వరగా వాతావరణంలో కలిసిపోతోంది? పైనుంచి ఎంత ప్రాణవాయువు ఎంత త్వరగా వచ్చి చేరుతోంది? అనే అంశాలపై ఈ ఖాళీల లోపలి వాయు సంపుటీకరణం ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో నేలలోని ఉష్ణోగ్రత హెచ్చు తగ్గుల వలన దానిలోని గాలికి కలిగే వ్యాకోచమును గురించీ, సంకోచమును గురించీ, వర్షంవల్ల సాగుచేయడం వలన తేమ ఇగిరిపోవడం

వలన, వాయు ప్రవాహాల ప్రభావంవలనా, వాతావరణపు ఒత్తిడిలోని భేదాలవలనా నేలలోని సూక్ష్మరంధ్రాలలో కలిగే మార్పులను గురించీ కూడా పరిశీలించవలసి ఉంది. మొక్కలు సరిగా పెరగాలంటే నేలలో గాలి పూర్తిగా స్వేచ్ఛగా ప్రసరించేటట్టు చూడటం చాలా ముఖ్యం.

మొక్కల పెరుగుదలపై నేల ఉష్ణోగ్రతలోని హెచ్చుతగ్గుల ప్రభావం చాలా ఉంటుంది. కనుక భూసార భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రంలో అది ప్రధాన విభాగంగా పరిగణించబడుతోంది. అనేక ఉష్ణోత్పత్తి కేంద్రాల నుండి నేల గ్రహించగలిగే ఉష్ణరాశిలో ఉండే తరతమాలను బట్టీ, దాని ఉష్ణవాహక శక్తి ప్రమాణాలను బట్టీ నేల ఉష్ణోగ్రత నిర్ణీత మవుతూ ఉంటుందని చెబితే ప్రస్తుతానికి చా లనుకుంటాను.

9. పల్లెటిపట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - నీరు

అజరామరమైన చిరంజీవత్వాన్ని తనకు ప్రసాదించగల దివ్యామృతం, జీవన రసాయనం ఏదో ఉందని ఊహించుకుని, దానిని సాధించడంకోసం మానవుడు యుగ యుగాలుగా వృథాప్రయత్నాలు చేస్తూనే ఉన్నాడు. కాని నిజమైన జీవన రసాయనం మనకు అందుబాటులోనే ఉంది. అది ద్రవము లన్నింటిలోకి సామాన్యాతిసామాన్య మైన ద్రవం. స్వచ్ఛమైన నీరు! ఈ సందర్భంలో నాకు ఈజిప్టులో నైలునదీలోయను, లిబియా ఎడారినీ విడదీసే సరిహద్దురేఖపై నిలబడినప్పుడు కనబడ్డ దృశ్యం జ్ఞాపకం వస్తోంది. అక్కడ ఒకప్రక్క ఎంతదూరం దృష్టి సారించినా, ఒక్క పచ్చని మొక్క గాని, ప్రాణిగాని కనిపించకుండా అపార పారావారంవలె దిగ్వలయం వరకూ విస్త రించుకున్న ఇసుక ఎడారీ, రెండవప్రక్క సస్యశ్యామలమూ, నిత్యహరిద్రమూ, బహు సారవంతమూ, బహుళ జనాకీర్ణమూ అయిన దేశం సమస్త చరాచర ప్రాణికోటికి నిలయమైనవి కనబడుతున్నాయి. అయితే ఈ రెండింటికీ మధ్య ఇంత విపరీతమైన భేదం ఎలా కలిగింది? ఎందుకు కలిగింది? రెండువేలమైళ్ళ దూరంలో అవత రించి సూడాన్, ఈజిప్టుల మీదుగా మధ్యధరా సముద్రంలోకి ప్రవహించే నైలు నదీ జలాలవల్లనే ఈ భేదం కలిగింది. నైలునదీ లోయలో భూసారమంతా నదీజన్యమైనదేననీ, మధ్య ఆఫ్రికాలోని మారుమూల ప్రాంతాలనుంచీ, అబిసీనియా పీఠ భూమినుంచీ ఏటేటా ప్రవహించి వచ్చే వరదనీటితో సన్నటి బురదరూపంలో నైలునది దీనిని సేకరించి సాగర సంగమ పర్యంతం ఇరువైపులా పరచుకుంటూ పోతున్నదనీ, యుగయుగాలుగా ఇలా జరుగుతున్నదేనని భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులు నిరూ పించారు. నిజానికి ఈజిప్టుదేశ సౌభాగ్యమంతా కూడా నైలునదీ ప్రసాదితమే. ఏటేటా నిర్ణీతక్రమంలో నిరంతరాయంగా ప్రవహించే జీవనది నైలునది పాపనోదార జీవనస్రవంతి తీరాన్నే ఈజిప్టుదేశపు ప్రాచీన నాగరికత వెలసి వర్ధిల్లింది.

మన నిత్యజీవితంలో సర్వసాధారణమైనదిగా మనందరం భావించే ఈ సామా న్యాతిసామాన్య ద్రవం ఈ జగత్తులోని సమస్త ద్రవ్యరాసు లన్నింటిలోను అత్య

ద్భుతమైనదీ, అత్యంత శక్తివంతమైనదీనని నొక్కి చెప్పడానికే ఈ సంగతి ప్రస్తావించాను. కావాలంటే ఇంకా ఇలాంటి ఉదాహరణ లెన్నిటినైనా చెప్పవచ్చుకూడా. నిజానికి మన భూమి చరిత్రను తీర్చిదిద్దిన ప్రధాన సూత్రధారి నీరు. పైగా భూతలంపై సర్వవిధ జీవరాసుల సృష్టి, స్థితి, లయాలకు సంబంధించిన జగన్నాటకంలో ముఖ్య పాత్రధారికూడా నీరే. రాళ్ళమీదుగా జాలువారే సన్నని సెలయేరు కానివ్వండి. గోధూళి వేళ పశువులు దప్పిక తీర్చుకునే పుంత ప్రక్కన చిన్నచెరువు కానివ్వండి, కాక మరే రూపంలోనైనా కానివ్వండి గ్రామ సీమలకు అందాన్నిచ్చేదినీరే. దక్షిణభారత దేశంలో ప్రతిచోటా ప్రత్యక్షమవుతుండే వర్షాధారపు చెరువులు, ప్రజ లపేక్షవల్ల పాడుపడినట్లుగా ఉన్నప్పటికీ, నీటితో నిండి ఉన్నప్పుడు మాత్రం చూడడానికి కన్నుల పండువుగా ఉంటాయి. అసలు ఇవి అట్టె లోతుండవు. పైగా నీరు మడ్డిగా ఉండడం చేత పైనుండి పడే వెలుతురును లోనికి ప్రసరించ నివ్వకుండా జలోపరితలం ప్రతి ఫలింపచేయడం చేత చెరువు అడుగుభాగం కనబడదు. లోతెంతో స్పష్టంగా తెలియదు. దక్షిణాదిని వ్యవసాయానికి ఆధారం ఈ చెరువులే. మైసూరు రాష్ట్రంలో వరిపంట చాలా భాగం చెరువుల క్రింద పండినదే. ఈ చెరువులలో కొన్ని చాలా పెద్దవి. ఇక్కడ సూర్యోదయమూ, సూర్యాస్తమయమూ కూడా ఎంతో మనోజ్ఞంగా ఉంటాయి. గ్రామసీమలో సుందర దృశ్యాలమధ్య ఉన్న నీటిపట్టును, మన ఆనన సీమలోని నయన ద్వయంతో పోల్చవచ్చును. సూర్యుడు ప్రకాశిస్తున్నప్పుడు కల కలకల్లాడుతూ ఆనందంగానూ, ఆకాశం మేఘాచ్ఛాదితమైనప్పుడు చీకటు లలముకుని చిన్నబోయినట్లుగానూ సమయోచితంగా మారుతూ ఉంటుంది.

బురదను లేదా సన్నని మెత్తని మన్నును తనవెంట తీసుకొని పోగల శక్తిని కలిగి ఉండడం నీటికి గల అద్భుత లక్షణాలలో ఒకటి. ఇందువల్ల వర్షాధారపు చెరువులలోని నీటికి రంగు కలుగుతోంది. వర్షపునీరు ప్రవహించి వచ్చే ఆరగాణిలోని మన్ను స్వభావాన్ని బట్టి ఈ రంగు మారుతూ ఉంటుంది. వాన కురిసిన వెంటనే చెరువులోకి కొత్తగా ప్రవహించే నీటిలో ఈ రంగు బాగా స్పష్టంగా కనుపిస్తుంది. వేగంగా ప్రవహించే నీటిలో కొంచెం పెద్దవిగానూ, బరువుగానూ ఉండే పెళ్ళలుకూడా కొట్టుకుని వస్తాయి. అయితే విశేష సాంద్రత కలవైనా సన్నని కణాలు మాత్రం నీటిలో తేలుతూ చాలా దూరం కొట్టుకుని పోతాయి. అసలు ఇవి మిక్కిలి చిన్నవిగా వున్నా, వాని సంఖ్య అమితంగా ఉండడంచేత అపార ద్రవ్యరాశి ఈ విధంగా ఒకచోటి నుంచి మరొక చోటికి తరలించబడుతుందంటే నమ్మడం కష్టం. సముద్రపు ఉప్పు

నీటితో, బురదనీరు కలిసినప్పుడు నీటిలో వ్రేలాడుతూ ఉండే అడుసు అంతా క్రిందికి వేగంగా దిగిపోతుంది. పెద్ద నదిమీదుగా లోతైన సముద్రంలోకి సాగర సంగమ ప్రాంతంలో ప్రయాణం చేసేటప్పుడు దీన్ని బాగా చూడవచ్చు. ఆ సమయంలో నీటి రంగు, ఎర్రమట్టి రంగు, లేవా బురద, గోధుమరంగు మొదలుకొని పసుపుపచ్చ, ఆకుపచ్చ వగైరా అనేక ఛాయా భేదాలను ప్రదర్శిస్తూ చివరకు లోతైన సముద్రపు నీలిరంగు వరకూ కూడా క్రమంగా మారుతుంది. ఒండ్రుపట్టిన ప్రదేశములను పరీక్షించి చూచినప్పుడు, సువిశాల క్షేత్రా లెన్నో ప్రవాహాల ఒరవడివలన క్రిందికి చేరి పేరుకున్న బురదలో ఏర్పడినవేనని స్పష్టమౌతుంది. ఈ విధంగా సన్నని మెత్తని ఒండ్రుమన్ను చేరిన ఈ భూములన్నీ సర్వసాధారణంగా ఎంతో సారవంతంగా ఉంటూంటాయి. భూమ్యుపరితలంపై నున్న గట్టి రాతిపొరలనుంచి మెత్తని మన్నును రూపొందించడంలో జరిగే భూసార పరిణామక్రియలో జలప్రవాహాల ప్రభావం, ఉపకారం చాలా ఉంది. కాని ఏరులై పారే ఆ నీరే కొన్ని ప్రత్యేక పరిస్థితులలో వరదగా మారి, వ్యవసాయాని కంతకూ మూలాధారమైన మెత్తటి నేలను కోసి మన్ను నంతనీ దూరానికి నెట్టివేసి విధ్వంసకారి కాగలదు. అప్పుడు దాని విజృంభణను గనుక అరికట్టకపోతే, దేశాని కంతకీ, ప్రమాదకారిగా పరిణమించు తుంది కూడా. అనేక దేశాలలోను, ముఖ్యంగా హిందూదేశంలోని అనేక ప్రాంతాల లోను జలప్రవాహాలవల్ల మెత్తటి నేల తెగి, మన్నూ దానితోబాటు భూసారమూ అంతా కొట్టుకుపోవడం అనేది అతి ప్రధానమైన సమస్య. అందుచేత ఇందుకు సంబంధించిన పరిస్థితులను గురించీ, భూసార రక్షణకు అవసరంగా తీసుకోవలసిన చర్యలను గురించీ విపుల పరిశీలన జరుగవలసి ఉంది. నేల ఒరుసుకుని, తెగి పై మన్ను అంతా కొట్టుకుని పోవడం అంచెలంచెలుగా జరుగుతుంది. తొలి దశలో అలా జరిగిందన్న సంగతే మనకు తెలియకపోవచ్చు. ఇలా కొంతకాలం జరిగేసరికి పొలమంతా నీటిచాళ్ళతో నిండి గోతులూ గొప్పులూ ఏర్పడి హృదయ విదారకంగా సాగుకు సాధ్యంకాకుండా పోతుంది. హఠాత్తుగా కురిసే అమిత వర్షపాతంవల్ల పొర్లి ఉరకలు వేస్తూ పరుగులుతీసే జల ప్రవాహమే నేల తెగి మన్ను కొట్టుకు పోవ డానికి ముఖ్యమైన కారణం. దీనికి తోడు భూమి వాలుగా వుండడం, సహజంగా పెరు గుతూ నేలను రక్షించే గడ్డినీ, గాదాన్నీ పీకి పారవేయడం, ప్రవహించిన కొద్దీ నీటి వేగాన్ని ఇనుమడింపచేసే బండిదారి గాట్లుండడం, జలప్రవాహాన్ని అరికట్టగలిగిన అడ్డాలు ఏమి లేకపోవడం కూడా భూసారం కొట్టుకు పోవడానికి మరికొన్ని కారణాలు. ఈ పరిస్థితి ఇలాగే కొనసాగితే - దురదృష్టవశాత్తు - కొనసాగుతున్నది కూడా-

బహుధా అమూల్యమైన భూసారం చాలా వరకు కొట్టుకు పోతుంది. మన దేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో నిరంతర వ్యవసాయాభివృద్ధికి ప్రబలావరోధంగా పరిణమించిన ఈ భూసార రక్షణ సమస్య పరిష్కారానికి అవసరమైన చర్యలన్నింటిని ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో తక్షణమే తీసుకోవలసి ఉంది. ఇందుకుగాను నేలను చదును చేసి గట్లు ఎత్తు చేయడం, నీటి ప్రవాహానికి అడ్డగట్టు వేయడం. ఎత్తు పల్లాలను అనుసరించి సమప్రదేశంగా ఉండే చెలకలను ఏర్పాటు చేసి వ్యవసాయం చేస్తూండడం సస్యానుకూలంగా భూసార రక్షణకు అనువుగా తరులతాదులను నాటడం చాలా అవసరంగా అవలంబించ వలసిన ఆచరణలు. ఇట్టి చర్యలు వేటిని తీసుకున్నా వేగం హెచ్చకుండా, మన్ను కొట్టుకు పోకుండా జల ప్రవాహాన్ని వీలైనంత ముందుగా తొలి దశలోనే పూర్తిగా అరికట్టడమే వాటి లక్ష్యం కావాలి.

ఏ జీవియొక్క మనుగడకైనా మూలాధారం నీరే. చరాచరాత్మకమైన ఈసృష్టిలో పశు పక్షి క్రిమికీటకాది సమస్త జంతుకోటి దేహాలలోను, తరులతా పాదపాది సమస్త వృక్షరాశి కాండములలోను అధిక భాగం స్వచ్ఛమైచ నీటితోగాని, రసాయనిక మిశ్రమమైన నీటితోగాని నిండి ఉంటుంది. నీరు విస్తృత ప్రభావం ప్రమేయం లేకుండా శారీరకమైన కార్యకలాప నిర్వహణ సాధ్యంకాదు జంతుకోటి మనుగడకు నీరు చాలా అవసరం. చెట్టు చేమలు మొలకెత్తడానికి పెరుగుదలకూ కూడా నేలలో తేమ ఉండడం చాలా ముఖ్యం. అయితే ఏ జీవికి ఎంతెంత నీరు కావాలనేది ఆ యా రకాలను బట్టి నిర్ణయమవుతూ ఉంటుంది. అందుచేత నీటిని నిలవచేసుకోవడం, జాగ్రత్తగా వాడుకోవడం, మానవ సంక్షేమానికి, మనక్షేమానికీ ముఖ్య ప్రాతిపదికలు. గొట్టపు నూతులద్వారా లభించే పాతాళగంగను మినహాయించితే మనం వాడుకునే నీరంతా వర్షపాతంవలనా, హిమపాతంవలనా లభించిందే. మనదేశంలో వ్యవసాయం చాలవరకు వర్షాధారమైనది. అందుచేత అనావృష్టి అయినా, అతివృష్టి అయినా, అదునులో వాన కురవకపోయినా, వరుస తప్పి కురిసినా, మన వ్యవసాయం దెబ్బతింటుంది. నేల తెగి భూసారం కొట్టుకుపోవడం, అనావృష్టి, అతివృష్టి, అకాల వర్షాలు అనేవి పరస్పరం సన్నిహితమైన సమస్యలు. కనుకనె భూసార రక్షణకు అవలంబించే ఉపాయాలే నేలమీదను, నేలలోను నీటిని కావలసినచోట, కావలసినంత మేరకు నిలవచేయడానికి కూడా తోడ్పడుతాయి. ఇవి రెండువిధాలా ఉపయోగపడుతాయి. ఏటికేడాది పొడుగున కాకుండా, ఆయా ఋతువులలో మాత్రమే వానలు కురిసే దేశాలలో వాన నీరు చాలావరకు వృధాగా ప్రవహించిపోతూఉంటుంది.

ఇలా వృధాగా ప్రవహించి పోయే నీటినంతటినీ కూడబెట్టి ఉపయోగించుకోవడం చాలా అవసరం. ఈ వాన నీటిలో చాలా భాగం వాగులలోకి, వంకలలోకి. ఏరుల లోకి, నదులలోకి ప్రవహించి చివరకి సముద్రంలో కలిసిపోతుంది. అందుచేత ఎంతో విలువైన నీరు దేశానికి దక్కకుండా వృధా అయిపోతుంది. ఇప్పుడు చాలావరకు నిరర్థకంగా సముద్రంలో కలిసిపోయే నదీ జలాలను వినియోగంలోకి తీసుకొని రావడం ఒక గొప్ప జాతీయ సమస్య. దీనిని శ్రద్ధగా పరిశీలించి, దేశానికంతకూ ప్రయోజనకారి కాగలిగేటట్టుగా పరిష్కరించుకోవలసిన అవసరం ఉంది. బాగా ఆలోచించి తయారు చేసిన పథకాలను ధైర్యంగా అమలు జరిపిననాడు, ప్రస్తుతం చిట్టడవిగా ఉన్న విశాల భూభాగాన్ని సైతం ముక్కారుపండే సారవంతమైన సుక్షేత్రంగా మార్చవచ్చు. దేశానికి కావలసినంత నీటిని నిలవ చేసుకొని సద్వినియోగం చేసుకోవడానికి, అడవులను పెంచడానికీ సన్నిహిత సంబంధం ఉంది.

దారి తెన్నూ లేకుండా పెరిగే కీకారణ్యాలవలె కాకుండా అడవులను ఒక క్రమపద్ధతిలో సువ్యవస్థితంగా పెంచడం, సాధ్యమైన ప్రదేశాలలోనే కాకుండా, అసాధ్యములైన ప్రదేశాలలో సైతం ఆయా ప్రాంతాలలో వృద్ధిపొందగల వృక్ష జాతులను నిర్ణీత పథకం ప్రకారం నాటడం మన దేశంలో ఇప్పట్లో అత్యవసరంగా జరుగదగు పనులు. ఈ విధంగా నాటి, పెంచిన అడవులవల్ల ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షం గానూ దేశానికి ఎంతో మేలు, సంపదా సమకూరుతాయి. నేల కోసుకుపోకుండా, మట్టి కొట్టుకుపోకుండా చూస్తూ ఇవి భూసార రక్షణకు బాగా తోడ్పడుతాయి. దేశంలో కురిసిన వాననీరంతా వృధాగా సముద్రంపాలు కాకుండా అరికట్టుతాయి. చాలినంత వంటచెరకును చవకగా అందించుతాయి. పొలానికి పనికివచ్చే ఎరువుని వంట చెరుకుగా ఉపయోగించ నవసరం లేకుండా చేస్తాయి.

నీటి ప్రవాహాలను ఒక హద్దులో ఉంచి, నీటిని జాగ్రత్తగా సరఫరా చేయడానికి జరిగే ఏర్పాట్లవల్ల గ్రామీణ జీవితానికి, ఇతరత్రా ఎంతో మేలు చేకూరుతుంది. దేశంలో ఒక చోటినుంచి మరొక చోటికి చౌకగా రాకపోకలు సాగించడానికీ, సరుకు రవాణా చేయడానికీ ఉపకరించే చౌక వాహనాలు కాలువలలోనూ, నదులలోనూ తిరిగే దోనెలూ, పడవలూ మాత్రమే. కొత్తగా రైలు మార్గాలూ, రోడ్లూ వేసే ప్రణాళికలను గురించి మనం చాలా వింటూఉన్నాం. కాని జలదారుల అభివృద్ధిని గురించి అట్టే వినడంలేదు. నీటి వనరులను సద్వినియోగంచేసే కృషి ఫలితంగా జల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కాగలదు. ఈ విధంగా లభించే విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగం

వల్ల గ్రామీణ జీవితంలో అత్యద్భుతమైన మార్పు వస్తుంది. గ్రామీణ ఆర్థికవ్యవస్థ అనేకవిధాల అభివృద్ధి చెందుతుంది. అన్నిటికంటె ముందుగా అవనీ గర్భంలో దాగిఉన్న పాతాళ గంగను ఇతోధికంగా పైకి తోడితెచ్చి, అతివృష్టి, అనావృష్టి, అకాలవృష్టి వగైరా ఈతిబాధల నుంచి తప్పించుకోడానికి వీలవుతుంది.

ఒక విధంగా చూస్తే నీరు ద్రవాలన్నింటిలోకి సామాన్యాతి సామాన్యమైనది. కాని మరొక దృష్టితో చూచినప్పుడు స్థావర జంగమ రూపమైన సమస్త జీవరాసులను పెంచి పోషించగల జీవనశక్తి విలసితమైన అసామాన్య ద్రవం అనిపిస్తుంది. అందుచేత నీటి స్వభావాన్ని గురించి, గుణగణములను గురించి జరుగుతున్న విపుల పరిశోధనలు వైజ్ఞానికంగా ఎంతో ఉన్నత స్థాయికి చెందినవి, ఇంకా ఒక దరికి చేరనివిన్నీ.

10. పల్లెటి పట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము వాతావరణ స్థితి

పట్టణవాసులైనవారికి ఇంట్లోంచి బయలుదేరేటప్పుడు చేతికర్రే తీసుకు వెళ్ళాలో, గొడుగే తీసుకెళ్ళాలో కాస్త ఆలోచిస్తే తటపటాయించవలసిన అవసరం వరకు మాత్రమే వాతావరణస్థితి ప్రమేయం ఉంటుంది. వాతావరణం పరిస్థితి వారికి అంతకుమించి తొందర కల్గించేది కాదు. ఏవో ఒక ఇబ్బంది దాపురించినప్పుడు తప్ప ఇతరత్రా బస్తీ ప్రజకు మామూలుగా వాతావరణ స్థితిని గురించి ఎలాంటి ఆలోచనా ఉండదని కూడా చెప్పవచ్చు. ఆకాశంలో అన్నివైపులా అనుక్షణం మారుతూ కనబడే దివ్యసుందర దృశ్యాలను గురించీ, అద్భుతమైన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయాలను గురించీ వారేమీ పట్టించుకోరు. ఇందుకు కారణం ఏమైనా నిజానికి వాళ్ళ కళ్ళకు ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకూ వారులుతీర్చి కట్టిన ఇళ్ళ వరసలు తప్ప మరేమీ కనుపించవు. మిగతా ఆకాశమైనా అల్లిబిల్లిగా ఉండే టెలిఫోన్ తీగల వరసలోనుంచి కొంచెంకొంచెంగా కనబడేదే తప్ప మరేమీ కాదు. ఇక రాత్రి పూట వారు చూచి ఆనందించే తారలు సినిమా ప్రదర్శన శాలల్లో వెండితెరల మీద మిలమిల మెరిసే తారామణులే మరి. ఇక సూర్యచంద్రులున్నారని తెలుసు కొని చూడక తప్పనిసరియై ఎవోచూడడమే కాని చూడాలని చూడడం కాదు.

ఇక గ్రామీణజీవితంలో అలా కాదు. అందులో వాతావరణపు పాత్ర అతిప్రధాన మైనది. గ్రామీణ ప్రజలు సాధారణంగా సువిశాల ప్రదేశాలలో ఉంటూ, ఎప్పుడూ ఆకాశంకేసే చూస్తూ వాతావరణ పరిజ్ఞానాన్ని వృద్ధిచేసుకుంటూ ఉంటారు. ఇందుకు కారణం వాళ్ళ సమస్త కార్యకలాపాలూ, ఆర్థికాభ్యుదయం, ఆ మాటకు వస్తే వాళ్ళ మనుగడ యావత్తు ఆకాశంలో కలిగే మార్పులమీదే ఆధారపడి ఉంటుంది. కాళిదాస మహాకవి తన ఋతుసంహార కావ్యంలో కడు సొగసుగా వర్ణించిన ఋతు చక్రమే భారతీయ జానపద జీవితచక్రం కూడా. వాషింగ్‌టన్ ఇర్వింగ్ వ్రాసిన కథలోని రిప్‌వాన్ వింకిల్‌వలె కాలగమనం తెలియకుండా ఏళ్ళూ-పూళ్ళూ నిద్రించి, ఆ తరువాత ఎప్పుడో హఠాత్తుగా నిద్రలేచిన వారు ఎవరైనా సరే తనకు సుపరిచితమైన

పొలాలకేసి ఒక్కసారి చూస్తే చాలు. ఒకటి రెండు వారాల తేడాలో అదే కాలమో తెలుసుకోవచ్చు. మన దేశంలో చాలా ప్రాంతాలలో ఏ బాపతు వ్యవసాయమైనా సరే వర్షాధారంపైనే నేటికీ సాగుతోంది. అందుచేత మన రైతు లందరికీ ఆకాశపు తూము లెప్పుడు తెరుచుకుంటాయో మూసుకుంటాయో, అనగా వానలు ఎప్పుడు కురుస్తాయో, ఎప్పుడు కురవవో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరం.

భారత ప్రభుత్వంలో మాజీ ఆర్థికమంత్రి ఒకాయన, తాను ఏటేటా సమర్పించే ఆయవ్యయ పట్టికలో అంచనాలు అన్నీ కూడా వాన రాకపై వేసిన జూదపెత్తులు మాత్రమే అని అభివర్ణించినట్టు చెబుతారు. నిజాని కిది భారతదేశపు ఆర్థిక వ్యవస్థలో వ్యవసాయాని కున్న ప్రాధాన్యాన్ని గురించీ, ఆ వ్యవసాయం వాతావరణం దయా ధర్మాలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉండడాన్ని గురించీ చక్కగా చిక్కగా చెప్పిన మాట. గత శతాబ్దంలో వాతావరణ పరిశీలన శాఖను నెలకొల్పడానికి కారణం వాతావరణస్థితికీ, దేశాదాయానికీ గల సన్నిహిత సంబంధాన్ని ప్రభుత్వం గుర్తించడమే. వాతావరణ స్థితి గురించిన సమాచారం ఎప్పటి కప్పుడు ముందుగా తెలియ పరచడమూ, సముద్ర తీరాన తిరిగే పడవల వ్యాపారానికి నష్టాన్ని కలిగించడమూ కాక, ఇతరత్రా ఎంతో హానికరమైన వరదలను కలిగించే తుపానులను గురించి ముందుగా హెచ్చరించడమూ దేశాని కెంతో అవసరం. వర్షా కాలంలో ఎక్కడెక్కడ ఎంతెంత వర్షం పడుతుందో బాగా ముందుగానే సరిగా సూచించ గలిగితే కూడా చాలా మేలు కలుగుతుంది. మొదట్లో వాతావరణ శాఖ కార్యక్రమ మంతా ఇట్టి సూచనలకే పరిమితమై ఉండేది. కాని పౌర విమానయానం వృద్ధి కావడంతో, అందుకు అవసరమైన సమస్త వాతావరణ సమాచారాన్నీ, ముఖ్యంగా ఎక్కడి కక్కడ ఎప్పటి కప్పుడు ఎదుర్కోవలసి వచ్చే వాతావరణ పరిస్థితిని ఖచ్చితంగా తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడడం ఈ శాఖ అనంతర విస్తృతికి ఎంతో దోహద మిచ్చింది. ఆ తరువాత యుద్ధావసరాల దృష్ట్యా యీ శాఖలో సిబ్బందిని విపరీతంగా పెంచడమూ, వాతావరణ సమాచార ప్రసారంపై కొన్ని ఆంక్షలను విధించడమూ జరిగిందని అందరికీ బాగా తెలిసిన విషయమే. వ్యవసాయ వాతావరణ ఉపశాఖను ఏర్పాటు చేయడాన్ని బట్టి, వ్యవసాయాభివృద్ధిపట్ల తన అనుభవం మీదనూ, తన వాతావరణ పరిజ్ఞానం మీదనూ మాత్రమే ఇంతవరకూ ఆధారపడుతూ వచ్చిన పేద రైతుల పట్ల ప్రభుత్వం తన కర్తవ్యాన్ని మరచిపోలేదనే చెప్పవలసి ఉంది.

భారతదేశం వంటి వ్యవసాయ ప్రధానమైన దేశానికి వాతావరణం వలన కలిగే

బహుళ ప్రయోజనాలను గురించి ఎన్నిసార్లు నొక్కిచెప్పినా చెప్పతగ్గదే. అయితే దేశంలో ఏ ఒక్క విశ్వవిద్యాలయానికీ కూడా ఈ శాస్త్రాన్ని బోధించాలని కాని, ఇందుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను ప్రోత్సహించాలని గాని ఇంతవరకూ తోచనే లేదని చెప్పవలసి ఉంది. దేశపు ముఖ్యావసరాలకూ, విద్యా విధానానికీ ఎక్కడా సంబంధం లేకుండా ఉన్నదనడానికి ఇది మరొక మంచి ఉదాహరణ. వాతావరణ విజ్ఞానాన్ని ఇతోధికంగా వ్యాప్తిలోకి తీసుకురావడమూ, దానిపట్ల ప్రజలలో ఎక్కువ శ్రద్ధాసక్తులను పెంపొందించడమూ, పరిశోధనలను ప్రోత్సహించడమూ చాలా అవసరం. ఈ సందర్భంలో మన విశ్వవిద్యాలయా లన్నీ అర్హులైన అధ్యాపకులకు నెలకు ఒక నూరు రూపాయల వేతనం ఏర్పాటుచేసి, వారిచేత ప్రత్యేక కృషి చేయించి వాతావరణశాస్త్ర బోధనను ప్రోత్సహించవలసిందని నేను మనసారా మనవిచేయ దలచుకున్నాను. వాతావరణ శాస్త్ర సంబంధంగా ఎవరైనా చేయగాని కేమి లేదనీ, ఒకవేళ ఏమైనా చేయవలసివస్తే అది అంతా అధికారుల ఆధ్వర్యంలోనే జరుగవలసి ఉన్నదనే అభిప్రాయం లోగడ పరిపాటిగా ఉండేది. అయితే ఇది నిరాధారమూ, ఏ విధంగానూ సమర్థనీయమూ కాని అభిప్రాయం. నిజానికి కేవలం జ్ఞాన సముపార్జన లక్ష్యంతో మాత్రమే పనిచేసే శాస్త్రజ్ఞులు, అనధికార సంస్థలూ, లేదా విశ్వవిద్యాలయాల వంటి విద్యాసంస్థల ఆధ్వర్యంలో పనిచేస్తూ సత్ఫలితాలను సాధించగలరనే నా విశ్వాసం. ఇట్టి కృషికి అధికారుల ప్రోత్సాహ ప్రోద్బలాలు, సహాయ సహకారాలు కోరినంతనే లభించగలవని చెప్పడానికి నా కెట్టి సందేహమూ లేదు.

భారతదేశపు వాతావరణ విశేషాలను ప్రత్యేక విషయంగా పేర్కొనడం సమంజసమే. భౌగోళికంగా మన దేశపు ఉనికి విచిత్రమైనదీ, విశిష్టమైనదీని. ఉత్తరాన హిమాలయ మహా పర్వతపంక్తులు టిబెటన్ పీఠభూమి నుంచి మన దేశాన్ని వేరు చేస్తున్నాయి. దక్షిణాన ఉన్న దక్కన్ ద్వీపకల్పానికి అటు అరేబియా సముద్రమూ, ఇటు బంగాళాఖాతమూ ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపకల్పపు అంచులలో తూర్పు, పశ్చిమ కనుమలు ఏర్పడి ఉన్నాయి. భారతదేశపు రాజకీయ చరిత్రగతితోపాటు వాతావరణ గమనాన్ని సైతం రూపొందించడంలో ఈ భౌగోళిక విశేషాలు విశిష్టమైన పాత్ర వహిస్తున్నాయి. దేశ వాతావరణంలో కానవచ్చే ప్రాంతీయమైన భేదాలకూ, ఋతు సంబంధమైన మార్పులకూ కూడా ఇవే కారణం. అయితే నిజానికి ప్రపంచ వాతావరణంలో భారతీయ వాతావరణం ఒక అంతర్భాగం మాత్రమేననీ, అందుచేత ఈ రెండింటినీ చేర్చి పరిశీలించడం అవసరమనీ మరచిపోకూడదు.

భూమిమీద వాతావరణపు ప్రవర్తన అంతా ఒత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత, తేమ అనే మూడింటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. కనుక వీటి పరిశీలన వాతావరణ శాస్త్రవేత్తకు ఎంతో ముఖ్యమైనదీ, ఆసక్తిజనకమైనదిన్నీ. భూమ్యుపరితలంమీది వాతావరణాన్ని నిలకడగా ఉంచే ఒత్తిడిలో మార్పు కలిగినప్పుడు, క్షితిజరేఖకు సమానాంతరంగా వాతావరణం చలిస్తుంది. దీనినే పవనం అంటారు. మన భూమిమీద ఒక ప్రాంతంనుంచి ఇంకొక ప్రాంతానికి ఈ పవనాలు ఎడతెగకుండా వీచేటప్పుడు, రెండో భాగంలో పోగుపడిపోయి మొదటిభాగంలో ఖాళీ ఏర్పడాలి. కాని అలా జరగడం అసాధ్యం. కనుక ఈ చలనానికి తుల్యమైన ప్రతిచలనం ఇంకోచోట ఉండి తీరాలి. అలాంటి ప్రతిచలనం ఉండదగిన చోటు ఏదా అని మనం సహజంగా వాతావరణపు ఊర్ధ్వ మండలాలలో అన్వేషించవలసి ఉంటుంది. కనుకనే వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాల స్థితి గతుల పరిశీలనకు వాతావరణ శాస్త్ర విచారణలో విశేష ప్రాధాన్యం లభిస్తున్నది. నిజానికి భూమ్యుపరితలానికి సమీపంగా వాతావరణంలో ఏమేమి మార్పులు జరుగుతున్నదీ పూర్తిగా తెలుసుకోవాలంటే, ముందుగా ఊర్ధ్వమండలాలలో ఏమేమి జరుగుతున్నదో తెలుసుకొని రెండింటినీ సమన్వయ పరచుకోవలసి ఉంది. అందుకనే గాలి బుట్టలను వదలి, వాటి గమన విశేషాలను పరిశీలించి వాతావరణపు ఊర్ధ్వ మండలాలలో స్థితి గతులను గుర్తించి క్రిందనున్న వాతావారణ పరిశీలనానికి రేడియో సంజ్ఞలద్వారా తెలియచేయగల స్వయంచోదకమురైన పరికరాలను అమర్చిన గాలి బుటలను ఎగురవేసి, వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిరోజు వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండల విశేషాలను తెలుసుకుంటూ ఉంటారు. ఏటేటా క్రమం తప్పకుండా నిర్ణీతకాలంలో వానలు కురవడానికి కారణభూతమైన నైఋతి ఋతుపవనాలూ, ఈశాన్య ఋతుపవనాలను బట్టి మన దేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో వివిధ ప్రమాణాలలో సంభవించే వర్షపాతం ఉంటూ ఉంటుంది. భారతదేశపు వ్యవసాయ ఆర్థిక వ్యవస్థకు ఈ ఋతుపవనాలే జీవగర్ర. ఈ ఋతుపవనాల ప్రభావంవల్ల వానలు ఎడతెగకుండా ఎల్లప్పుడూ కురవవనీ, తమతో తేమనీ, వర్షాన్నీ తీసుకుని సముద్రంలో ఏర్పడి నేల మీదకు వీచే వాయుగుండాలు ఏర్పడినప్పుడు మాత్రమే కురుస్తూ ఉంటాయని అందరికీ తెలిసిన సంగతే. ఈ వాయుగుండాలు అప్పుడప్పుడు అనుకూల వ్యవధిలో ఏర్పడుతూండడం వలన కలిగే వర్షం మన వ్యవసాయానికి ఎంతో లాభదాయకం. అందుచేత ఈ వాయుగుండాలు ఎప్పుడు ఎక్కడ ఎలా ఏర్పడి, ఏ దిశగా ఎంత వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయో తెలుసుకోవడం, అందుకు సంబంధించిన సమస్యల పరిశీలన భారతీయ వాతావరణ పరిశీలన కృషిలో ప్రధానాంశాలు.

దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాల వాతావరణ స్థితులలో వ్యత్యాసం చాలా ఉన్నదని చెప్పక తప్పదు. వాతావరణ స్థితిలో ఎన్ని రకాల భేదాలు ఉండడానికి వీలుందో, ఎన్ని ఉన్నాయో అవి అన్నీ కూడా కొంచెం హెచ్చుతగ్గుగా మన దేశంలో ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. ఇందుకు వర్షపాతాన్నే ఉదాహరణగా తీసికొందాం. చిరపుంజిలో నమ్మలేనంత హెచ్చుగా కుంభవృష్టి, బెంగాలులోనూ, పడమటి కనుమలలోనూ అతి వృష్టి, దక్కన్ ద్వీపకల్పంలో, ఆగ్నేయ ప్రాంతాంలో పరిమిత వృష్టి, దేశపు లోతట్టు ప్రాంతాలలో అనావృష్టి. రాజపుత్ర స్థానంలో ఒక చినుకుకూడా రాలని ఎడారి, ఉత్తర హిందూస్థానంలో కొన్ని కొన్ని ప్రాంతాలలో మంచు కురుపడమూ, పొగ మంచు కమ్ముకోవడమూ కూడా పరిపాటే. దక్షిణాదిని ఏ కొండకొమ్మనో తప్ప సాధారణంగా పొగమంచు తక్కువ. దక్షిణాదిని తిరువనంతపురంలో ఏటి కేడాది పొడుగున, ఎల్లప్పుడూ తేమతో తెకతెక లాడించే వేడివాతావరణమూ, అలాగే ఉత్తరాదిని పెక్కు చోట్ల వేసవిలో మండిపోయే ఎండయూ, వడగాడ్పులూ, శీతాకాలంలో చక్కగా ఎండ కాస్తున్నా, ఎముకలు కొరికే చలీ శీతోష్ణస్థితిలో వాతావరణంలో ఉండగల గరిష్ఠ తారతమ్యాలకు మంచి నిదర్శనాలు. మన దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాలలో వాతావరణ స్థితి ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటుంది. దీనినే ప్రాంతీయ వాతావరణం అనవచ్చు. అందుచేత ప్రాంతీయ వాతావరణానికీ, ఆ ప్రాంతంలోని వారు నిత్య జీవితంలో అనుక్షణం ఎదుర్కోవలసి వచ్చే సమస్యలకీ గల సంబంధం ఏమిటో పరిశీలించడం చాలా అవసరం.

వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనం ఆవశ్యకతను గురించి, ముఖ్యంగా భారతదేశపు వాతావరణ స్థితిగతులకు సంబంధించిన పరిశీలనా పరిశోధనలను కొనసాగించవలసిన అవసరం గురించి, మన విశ్వవిద్యాలయాలకు ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో అట్టి బోధాచరణలకు పూనుకోవలసిందని అధ్యాపకులకూ, విద్యార్థులకూ మరొక సారి విజ్ఞప్తి చేస్తూ ఈ ప్రస్తావనను ముగించదలచాను. కేవలం వైజ్ఞానిక దృక్పథంతోనే కాకుండా, మనందరి మనుగడకు ముఖ్యమైన వ్యవసాయ పరిశ్రమ దృష్ట్యాకూడా వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనంతోపాటు పరిశోధనలను సైతం ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో కొనసాగించడం వలన విశేషమైన మేలు చేకూరగలదనే నా విశ్వాసం.

వేమన పంచాయతీ
లైబ్రరీ

11. గాజు అద్భుత గాథ

నేడు మన దేశంలో పరిశ్రమాభివృద్ధికి ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభిస్తోంది. అందుచేత విజ్ఞాన వికాసానికీ, పరిశ్రమల అభివృద్ధికీ గల పరస్పర సంబంధాన్ని స్పష్టంగా నిరూపించే ఉద్గ్రంథం ఒక దానిని విపుల సమీక్షద్వారా ఇప్పుడు మీకు పరిచయం చేయదలచాను. ఆ పుస్తకం పేరు "ది ప్రాపర్టీస్ ఆఫ్ గ్లాస్" (తెలుగులో, గాజుయొక్క స్వరూప స్వభావాలు) రచయిత : శ్రీ జి. డబ్ల్యు. మోరే. ఈయన వాషింగ్టన్‌లోని కార్నీజ్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో భూ భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనశాలలో పనిచేస్తున్నారు. ఇది 560 పుటల ఉద్గ్రంథం. అమెరికన్ కెమికల్ సొసైటీవారు ప్రచురించే వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక గ్రంథమాలలో ఇరవై ఏడోది. ప్రచురణ : రైన్‌హోల్డ్ పబ్లిషింగ్ కార్పొరేషన్, న్యూయార్క్. వెల 12 డాలర్ల 50 సెంట్లు. (అంటే సుమారు 55 రూపాయలు)

నిజానికి గాజు పరిశ్రమ, ఈ పుస్తకము మొదటి ప్రకరణములో శ్రీ మోరే చెప్పినట్లు, మానవ జాతి నాగరికత తొలిదశలోనే ప్రారంభమైంది. ఆబ్సిడియన్ అనే ఖనిజ రూపంలో ప్రకృతి సిద్ధంగా గాజు దొరుకుతుంది. అమ్ముల మొనలూ, ఈటె కొనలూ, కత్తులు, కటార్లు సులువుగా తయారుచేయటానికి వీలుగా పదునైన ముక్కల క్రింద కావలసినంత పొడుగుగా, సులభంగా విరుచుకో గలిగిన పెళుసు పదార్థమని ఆదిమ మానవుడు స్వానుభవం చేత తెలుసుకున్నాడు. రాతి యుగపు సంస్కృతికి చెందినవారు దీనిని ఈ విధంగానే విరివిగా వాడుక చేసేవారు. గాజును కృత్రిమంగా తయారు చేయడం ఎలాగో కూడా ఆ నాటివారికి తెలుసు. చూడగా గాజును తయారు చేయడం ఎలాగో ప్రాచీన కాలం లోనే చైనా, మెసపొటేమియా, ఈజిప్టు దేశస్థు లందరికీ తెలుసు ననిపిస్తోంది రోమన్ సామ్రాజ్యపు తొలి నాళ్ళలోనే గాజు పాత్రల తయారీ భారీ పరిశ్రమగా వర్ధిల్లింది. అప్పటికే గాజు సామానుల వాడకం బాగా పరిపాటి అయిపోయింది. మధ్య యుగాలనాటికి వెనీస్

పట్టణం గాజు పరిశ్రమకు గొప్ప కేంద్రంగా రూపొందింది. అందమైన నమూనా లకూ, నేర్పరులైన పనివారికి నిలయమైంది. ఆ పేరు దానికి నేటికీ చెల్లుతూనే ఉంది.

పందొమ్మిదో శతాబ్దంలో గాజు పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెందడానికి ప్రధాన కారణం గాజుకటకాలకు వైజ్ఞానిక పరిశోధనలలో ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభిం చడమే. నిజానికి ప్రపంచం అంతలోనూ ఉత్పత్తి అయ్యే మొత్తం గాజులో చాలా స్వల్పభాగం మాత్రమే కటకాల తయారీకి వినియోగ మవుతున్నది. అయితే ఈ కటకాలను మాత్రం నిర్దిష్ట ప్రమాణాలను పాటిస్తూ, నిర్దుష్టంగా తయారుచేయ వలసి ఉంది. కటకాల తయారీకి ఉపయోగించే గాజు కరగని కణాలూ, గాలిబుడ గలు వగైరా లేకుండాను, అంతా ఏక సమంగా, ఒకేరకంగా, ఒకే ప్రమాణంలో ఉండాలి ఏవిధమైన రంగూ లేకుండా స్వచ్ఛంగా అమలంగా ఉండాలి. నిర్దిష్టప్రమా ణాల ప్రకారం ప్రకాశవ క్రీభవనగుణాన్ని (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్), వెలుతురును విశ్లేషించే గుణం (డిస్పర్షన్) కలిగి ఉండాలి. ఇట్టి నిర్దిష్ట ప్రమాణాల ప్రకారం గాజును తయారుచేయ బూనడంవల్ల గాజు తయారీకి సంబంధించిన సాంకేతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో పెంపొందింది. ఇందువల్ల రకరకాల గాజులను చక్కగా చౌకగా తయారుచేయడానికి వీలైంది. జర్మనీలోని జెనపట్టణంలో షాట్, అబ్బే అనే వైజ్ఞానికుల సమష్టికృషే ఇందుకు ఎంతో దోహదకారి అయింది. వీరుభయుల కృషి ఫలితంగా కటకాల తయారీకి పనికివచ్చే రకరకాల గాజులను తయారుచేసే పద్ధతులలో విప్లవాత్మకమైన మార్పు లెన్నో వచ్చాయి. ఈ సందర్భంలో వారు కనుగొన్న కొత్త పద్ధతులవల్ల మొత్తం గాజుపరిశ్రమ కంతకూ ఎంతో లాభం చేకూరుతుంది.

గాజును సిద్ధహస్తులైన పనివారు కడు వ్యయ ప్రయాసల కోర్చి తయారు చేయవలసి వచ్చే ఆ రోజులలో దానిని ఎంతో విలువైన అపురూప ద్రవ్యంగా పరిగ ణించడమే కాక వేషభూషలలో విశేషంగా వాడుక చేసేవారు. నాటినుంచి నేటివరకు ఆభరణప్రియులైనవా రందరినీ గాజు అలంకార వస్తువుగా అలరిస్తూనే ఉంది. కాని ఇతరత్రా దానికిగల అసంఖ్యాక ప్రయోజనాలలో అది స్వల్పమాత్రమేనని చెప్పాలి.

ప్రొద్దుగూకులూ రెక్కలు ముక్కలు చేసుకోవలసిన పనిలేకుండా, కావలసిన సరుకు నంతనీ భారీప్రమాణంలో త్వరత్వరగా తనంత తానే ఉత్పత్తి చేయగల స్వయంచోదకములైన యంత్రాలు కనిపెట్టడంతో గాజు పరిశ్రమ కూడా ఈ శతాబ్దంలో విరివిగా వృద్ధిచెందింది. రకరకాల సీసాలు, జాడీలు, పానపాత్రలు, చిమ్నీలు,

రేడియో గొటాలు, బల్బులు కోట్ల ప్రమాణంలో యీ యంత్రాల తోడ్పాటుతో నేడు ఉత్పత్తి చేయబడుతున్నాయి. స్వయంచోదకములైన భారీ పోతయంత్రాల సాయంతో ఉరుపూ, బరుపూ కలిగి చిరకాలం మన్నే గాజుసామానులు విరివిగా తయారు చేస్తున్నారు. వైజ్ఞానిక ప్రయోగశాలలకు కావలసిన సమస్త సాధన సామగ్రినీ కూడా నిర్ణీత ప్రమాణాల ప్రకారం తరచుగా యంత్రాల సాయంతో తయారు చేస్తున్నారు.

ఈ విధంగా గాజు అనేకవిధాల ఉపయోగపడుతున్న దంటే అందుకు కారణం తదనుకూలమైన భౌతిక లక్షణాలు చాలా ఉండడమే. కొంచెం వేడిచేసి, సులువుగా యిష్టంవచ్చిన ఆకారానికి మలచడానికి వీలుండడం, చల్లారిన తరువాత యెట్టి మార్పులూ లేకుండా ఆయా రూపులలో అలాగే నిలిచి వుండగలగడం, ద్రవాలను, వాయుద్రవ్యాలను చొరనివ్వకపోవడం, నీటిలో గాని, శక్తివంతములైన రసాయన ద్రవ్యాలలో గాని కరగిపోకుండా ఉండడం, యితర పదార్థములను అరిగించుకునే స్వభావం కల తీవ్రవాయువులూ, రసాయన ద్రవ్యాలూ తగిలి ఏ విధమైన రసాయనిక మార్పునూ పొందకుండడం, స్థితిస్థాపకశక్తితో బాటు సహజమైన మన్నికా, బలమూ కలిగి వుండడం, శీతోష్ణాది భేదాలకు త్వరగా లొంగిపోకుండడం, గట్టితనం, పారదర్శకత్వం అనేక రంగులలో తయారుచేయడానికి వీలుండడం, విద్యున్నిరోధకం కావడం మున్నగునవి గాజు ముఖ్యలక్షణాలలో కొన్ని. గాజులో కలిసే వివిధ మూలద్రవ్యాల రసాయన సమ్మేళనపు నిష్పత్తిని బట్టి, దాని లక్షణాలు చాలవరకు నిర్ణయ మవుతాయని వైజ్ఞానిక పరిశోధనలవల్ల నిరూపితమైంది. పైగా ఈ నిష్పత్తిలో తగు విధమైన మార్పులు చేయడంద్వారా, ఆ యా గాజురకాల స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా మార్చివేయవచ్చు నని కూడా ఋజువైంది. నిజానికి యిట్టి వైజ్ఞానిక పరిశోధనల ఫలితంగా గాజు పరిశ్రమ యిదివరకే విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. ఈ సందర్భంలో అమెరికా కార్నింగ్ గ్లాస్ కంపెనీ ఆధ్వర్యాన కొనసాగిన పరిశోధనల ఫలితంగా వేడివలన, రసాయనిక ద్రవ్యాలవలన సాధారణంగా యెలాంటి మార్పునూ పొందకుండా యెంతో బలాన్నికలిగి వుండే గాజు రకాలను తయారుచేసే పరిశ్రమ విశేషంగా వృద్ధిపొందింది. ఆ సంస్థవారు ప్రత్యేకంగా తయారుచేసిన 'పైరెక్స్ గ్లాస్' అనే గాజు రకాన్ని గురించి. కాలిఫోర్నియాలోని మౌంట్ పలమోర్ గ్రహవేధశాలలో నెలకొల్పబడిన దూరదర్శినికి కావలసిన రెండువందల అంగుళముల వ్యాసము కల అద్దములను గురించి అందరికీ తెలిసేవుంటుంది.

గాజు ఉత్పత్తిదారుల అభిరుచులను గురించీ, ఆలోచనా సరణిని గురించీ శ్రీ మోరేకు చాలా తెలుసు. ఆ విషయమై ఆయనకు శ్రద్ధాసక్తులు యెక్కువ. తన పుస్తకంలో ఆయన గాజు లక్షణములను గురించి యింతవరకు లభించిన సర్వ సమాచారాన్ని సదా సద్వివేచనతో క్రమపద్ధతిలో పొందుపరచి అందించారు. గాజు భౌతిక లక్షణాలలో ఇరవై ప్రత్యేక విశేషాలను గురించి ఇరవై ప్రత్యేక ప్రకరణా లలో క్షుణ్ణంగా చర్చించారు. ఈ సందర్భంలో బజారులో సామాన్యంగా విరివిగా దొరికే గాజు రకాలను గురించి మాత్రమే కాక, గాజు తయారీకి సంబంధించిన ప్రత్యేక వైజ్ఞానిక సూత్రాలను వివరించడానికి వీలైన యితర సామాన్య గాజు రకాలను గురించికూడా విపులమైన ఉదాహరణ లిచ్చారు. ఈ గ్రంథంలో పేర్కొన్న వివిధ ప్రయోగాల ఫలితాలు, ఆయనా, ఆయనతో కలిసి వాషింగ్టన్‌లోని జియోఫిజికల్ లేబొరేటరీలో పనిచేసిన సహ వైజ్ఞానికులూ స్వయంగా సాధించినవే! వర్షాలుగేళ్ళ కృషి ఫలితమే యీ ఉద్గ్రంథమని గ్రంథాదిని శ్రీ మోరే చెప్పిన మాట, గ్రంథం చదివిన తరువాత నిజమే అనిపించడంలో వింతేమి లేదు.

వస్తుతః గాజు నిర్మాణమును వివరించే చిట్టచివరి ప్రకరణం ఒక ఎత్తూ, మిగతా పుస్తకం అంతా ఇంకొక ఎత్తూను. ఇది విషయ ప్రమాణంలో చాలా గొప్పది. పరిమాణంలో చాలా చిన్నది. ఇదేమీ ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కాదు. ఇందుకు కారణం గాజు నిర్మాణ రహస్యానికి సంబంధించిన ప్రధాన సమస్య పరి ష్కారానికి గడచిన రెండు దశాబ్దాలలోను తీవ్రమైన పరిశోధనలు బహు విస్తృతంగా జరిగినా, అది నేటికీ అపరిష్కృతంగానే ఉండిపోయింది. ప్రకృతిసిద్ధంగా దొరికే అబ్సిడియన్, గ్రానైట్ అనే నల్లరాయి, ఈ రెండింటికి మధ్యగల తారతమ్యాలను ఉదాహరించి ఈ సమస్యను వివరించవచ్చు. కొంచెం హెచ్చుతగ్గుగా ఈ రెండింటి లోని రసాయన సమ్మేళనం ఒకటే అయినప్పటికీ, వాని నిర్మాణక్రమంలో, స్వరూప స్వభావాలలో మాత్రం చాలా తేడా లున్నాయి. నల్లరాయి ముఖ్యకరకం మోటు స్ఫటికం. ఇందులో ఉన్న స్ఫటికశిల (క్వార్ట్జ్) భూస్ఫటికము (ఫెల్స్‌ఫార్) అభ్రకము (మైకా) తాలూకు చిన్నచిన్న భాగాలన్నీ మన కంటికి సులభంగా కనబడతాయి. ఇంక అబ్సిడియన్ ఎట్టిదంటే పిండివలె ఒక నిర్మాణక్రమ మంటూ లేని ఘనద్రవ్యం. స్ఫటిక శిలా, భూస్ఫటికమూ, అభ్రకమూ వీని స్ఫటికములలో పరమాణువులు ఒక అద్భుత క్రమంలో తీర్చిదిద్దినట్టు అమరి ఉంటాయని ఎక్స్ కిరణ పరిశోధనల వలన నిరూపిత మైంది. ఇంక పిండివంటి ఘనద్రవ్యంలోనూ, లేదా గాజులోను పరమాణు క్రమాన్ని

నిరూపించే ఎక్స్ కిరణ చిత్రములు, ద్రవ ద్రవ్యముల ఎక్స్ కిరణ చిత్రములలో దగ్గర పోలికలు కలిగి ఉంటాయని తేలింది. గాజు నిర్మాణం, సిలికాన్ సైకత ద్రవ్యం పరమాణువుల మధ్య అమ్లజని పరమాణువులతో నింపి ఉంచి, మూడు పరిమాణములలో అడ్డదిడ్డముగా అల్లబడిన దోమ తెరవలె ఉండవచ్చునని ఆధునిక వైజ్ఞానికులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ వలలలో కొన్నికొన్ని సోడియమూ, కాల్సియమూ వంటి లోహముల పరమాణువులు ఉంటాయి. గాజు నిర్మాణంలో అన్నీ ఒక క్రమంలో పునరావృతం కాకపోవడం చేత స్పష్టంగా స్ఫటికాకార నిర్మాణంలోవలె ఉండదు. గాజు నిర్మాణ వైచిత్రి క్రమబద్ధమైనది కాకపోవడం వల్ల, దాని రసాయినిక సమ్మేళనంలో ద్రవ్యాల నిష్పత్తి నిర్దిష్టంగా ఉండజాలదు. గాజు రసాయనపు నిష్పత్తిని విస్తృత ప్రాతిపదికపై ఇష్టం వచ్చినట్లు మార్చవచ్చు నన్నది తెలిసినదే కదా. గాజు రకా లన్నింటిలోకి శుద్ధమైన సిలికన్ డయాక్సైడ్ అనగా కరిగిన స్ఫటికశిల, లేదా స్ఫటిక రూపంలో ఉండే సిలికా సర్వశ్రేష్ఠమైనది. అయితే ఇది బహు వ్యయ ప్రయాసైక సాధ్యమైనది మాత్రమే కావడం చేత, ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక ప్రయోజనాల కోసమే దీనిని వాడుక చేస్తున్నారు.

గాజును గురించి శ్రీ మోరే వ్రాసినది మిక్కిలి పాండిత్య ప్రకర్ష గల ఉద్గ్రంథమని వేరుగా చెప్పనక్కరలే దనుకుంటాను. ఇది రచయితకూ, ప్రచురణ కర్తలకూ గ్రంథమాలకూ ఎనలేని గౌరవాన్ని చేకూర్చే ఉత్తమ గ్రంథం. ప్రధానంగా జ్ఞాన లాభం కలిగించే గ్రంథం. అసలు ఇట్టి సాంకేతిక గ్రంథాలు మరొక విధంగా ఉండడానికి ఎంత మాత్రం వీలు లేదు. కేవలం తోచిన విధంగా తొందర పాటుతో చేసే ప్రయత్నముల వలన గాక, శాస్త్ర పరిశోధనోత్సాహ భరితమైన ఓప్పుతో నేర్పుగా కృషిచేయడం వల్లనే నిజమైన పారిశ్రామికాభివృద్ధి సాధ్యమవుతుంది అనే అంశం దీనిని చదవడం వల్ల విదితమవుతుంది.

12. వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి

ఒక జాలరి సముద్రంలోకి వలను విసిరి సొలమన్ రాజు ముద్రతో ఉన్న సీసపు మూతగల బరువైన ఇత్తడి సీసాను పైకి తెచ్చిన కథ 'అరేబియన్ నైట్స్' గ్రంథంలోనిది. సీసాలో ఏముందో చూద్దామని ఆ జాలరి మూతను ఊడదీసేసరికి, అందులో నుంచి ఆకాశం అంత ఎత్తుండే బ్రహ్మాండమైన భూతం ఒకటి పైకి దూకి తక్షణమే, దారుణంగా చంపివేస్తానని ఆ జాలరిని బెదిరించింది. కాని వాడు దాని ఎత్తుకు పై ఎత్తు వేసి, ఆ భూతాన్ని మెల్లిగా మళ్ళీ సీసాలోకి వెళ్ళేటట్టు చేసి, అది ఇంకెప్పుడూ తిరిగి బయటకు రావడానికి వీలులేకుండా మూతను యథాప్రకారం బిగించేశాడు. అప్పుడా భూతం ఎంతో భయభక్తులతో జాలరి చెప్పుచేతలలో మసలవలసి వచ్చిందట.

ప్రకృతి శక్తులను మానవుడెట్లు వశపరచుకొన్నాడో చెప్పడానికై ఈ జాలరి భూతం కథ ఒక మంచి సామ్యం. ఈ ప్రకృతి శక్తులు విశృంఖల స్థితిలో అపాయకరమైనట్టివీ, వినాశకరమైనవీ, ప్రమాదకరమైనట్టివీని. కాని ఒకసారి అదుపాజ్ఞల లోనికి తెచ్చుకోగలిగిన తరువాత మాత్రం వాటిని మన ఇష్టానుసారం లొంగదీయ వచ్చును. ఇందుకొక మంచి ఉదాహరణ : విద్యుచ్ఛక్తి. అది నేడు మనకు ఎన్నో విధాల సమర్థకంగా, సార్థకంగా ఊడిగం చేస్తున్నది. అపూర్వమూ, ఆశ్చర్యకరమూ అయిన ఈ అద్భుతశక్తిని మనం ఈనాడు సర్వసామాన్యమైన విషయంగానే పరిగణిస్తున్నప్పటికీ నిజానికి అది అజ్ఞాతమూ అగాధమూ అయిన విజ్ఞాన జలధి గర్భం నుంచి అమూల్య జ్ఞాన నిధులను సంతరించడానికి, ప్రాణాలొడ్డి ప్రథమంగా పరిశోధనలు సాగించిన ప్రముఖ విజ్ఞానుల కృషి ఫలితంగానే మనకు అందుబాటులోకి వచ్చింది.

విద్యుచ్ఛక్తి తొలి చరిత్ర మనోజ్ఞమైనది. దానిలో సుప్రసిద్ధ అమెరికన్ రాజనీతిజ్ఞుడు, తత్వజ్ఞుడు అయిన బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ పాత్ర అత్యంత ఆకర్షణీయ

మైనది. అది 1746. అప్పుడు నలభైఏళ్ళ నడివయస్సులో ఫ్రాంక్లిన్‌కి విద్యుచ్ఛక్తి పరిశీలన పట్ల తొలిసారిగా ఎంతో ఆసక్తి కలిగింది. అంతట విద్యుచ్ఛక్తి స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకునే నిమిత్తం వివిధానేక ప్రయోగాలు చేశాడు. ఈ సందర్భంలో 1756 లో ఆయన చేసిన ప్రయోగం జగద్విఖ్యాతమైనది. ప్రళయకాల భయద జీమూతోరుగళ గంభీర ఫెళఫెళార్భటులతో కుండపోతగా వాన కురుస్తు న్నప్పుడు కనబడే మెరుపు విద్యుల్లత తప్ప మరేమీ కాదనీ, ఇదీ ప్రయోగశాలలో స్వల్పావధిని సాధించిన విద్యుత్తూ ఒకటేననీ తాను లోగడ చెప్పినదానిని సోదాహరణంగా ఋజువు చేశాడు. నాటినుంచి నేటి వరకూ అనేకమంది భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వాతావరణంలోని విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి నిరంతరాయంగా, నిత్యోత్సాహంతో అవిరళమైన ఆసక్తితో పరిశోధనలు చేస్తూనే ఉన్నారు. అప్పటినుంచి ఇప్పటికి సుమారు రెండు శతాబ్దులు గతించినా, దీనిని గురించి సమగ్రపరిశోధన సంపూర్తిగా జరిగిందని చెప్పటానికి లేదు. నిజానికి ఉరుముతున్న మేఘాల మధ్య రకరకాలుగా ప్రత్యక్షమయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి విలాసపు స్వరూప స్వభావాలను నిర్ధరించడానికీ, నిర్వచించడానికీ నేటికీ తర్జనభర్జనలూ, పరిశోధనయూ జరుగుతూనే వున్నాయి.

కేవలం వైజ్ఞానిక దృష్టితో నేమి, ఇతర ప్రత్యక్ష ప్రయోజనాందృష్టితో నేమి మెరుపును గురించిన పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తికరమైనది. పిడుగుయొక్క విధ్వంసశక్తి లోక విదితం. ఎత్తైన భవనాలను పిడుగుపాటునుంచి కాపాడే నిమిత్తం ఆకసంవైపు సన్నని కొనలుగల పొడుగాటి లోహపు కడ్డీలను పై అంతస్థునుంచి పునాదులవరకు అమర్చడం మంచిదని ముందుగా సూచించిన ఘనత బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్‌దే. ఆనాటినుంచీ ఈ సూచన బాగా వాడుకలోకి వచ్చింది. మెరుపుల దుష్ప్రభావం విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా చేసే తీగలమీద, రేడియో ప్రసారంమీద విశేషంగా కనబడుతూ ఉంటుంది. పైగా వాతావరణంలో విద్యుత్పరిమాణానికి, వాతావరణ విజ్ఞానానికి సన్నిహిత సంబంధం కలది కావడం చేత, మెరుపును గురించిన పరిశోధనలు ఎంతో ముఖ్యమైనవి.

ప్రయోగశాలలో కృతకంగా సృష్టించిన విద్యుల్లతను, ఆకసంలో కనబడే సహజమైన మెరుపుతో పోల్చి చూడదలచినప్పుడు, ఈరెండింటి పరిమాణాల మధ్య గల విశేష తారతమ్యాన్ని మరచిపోకూడదు. అయితే కొన్ని కోట్ల వోల్టుల శక్తిమంతమైన విద్యుచ్ఛక్తిని, కొన్ని గజాల పొడుగైన మెరుపులనూ సృష్టించగలిగిన విద్యుద్యంత్రములు అనేక ప్రయోగశాలలో నేడు వాడుకలో ఉన్నాయి. అయితే ప్రయోగశాలలలో సృష్టింపగలిగిన వాటన్నింటిలోనూ పొడుగైన విద్యుల్లతకంటె ఆకసం

మెరుపు అనేక వేల రెట్లు పొడవుగా ఉంటుంది. ఉరుముతున్న మేఘములలో మెరుపులకు కావలసినంత విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కావడం ఆశ్చర్యకరమైన విషయమే. ఉరుములతో, మెరుములతో గర్జిస్తూ ఉండె మేఘాలను పరిశీలించినప్పుడు, అవి అతి వేగంగా ఊర్ధ్వాభిముఖంగా పోయేటందె గాలిలో చిక్కుకునిపోయి దానితోపాటు పయనిస్తున్నట్లు స్పష్టమౌతుంది. ఉరుములతో కూడిన మేఘాలకుండే సహజ లక్షణాలలో ఈ ఊర్ధ్వ చలనం ఒకటి. పైగా మేఘభాగముల మధ్యనుండి విద్యుచ్ఛక్తిని వేరుచేయడానికి అవసరమైన భౌతికశక్తి సైతం ఈ ఊర్ధ్వచలనంవల్లనే లభించుతున్నట్లు స్పష్టం. ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయుప్రవాహం తన వెంట ధన విద్యుత్తునో, ఋణ విద్యుత్తునో ఏదో ఒక దానిని అధికప్రమాణంలో తీసుకొనిపోవడంవల్ల, దాని క్రింద నున్న మేఘభాగంలో తద్వ్యతిరేకమైన విద్యుత్ప్రవాహం అధికప్రమాణంలో చేరుకుంటుందని భావించడం సహేతుకమే. పరస్పర విరుద్ధములైన రెండు విద్యుచ్ఛక్తులు ఇలా విడదీయబడి మేఘములో చెరొకవైపు చేరినప్పుడు, ఆ రెండు భాగములూ విభిన్న విద్యుదావేశం పొందుతాయి. పరస్పర విరుద్ధమూ, విభిన్నమూ అయిన ఈ రెండు విద్యుదావేశముల పరస్పరాకర్షణ క్రమంగా పెరిగి, అంతవరకు వాటిని విడదీసి ఉంచిన వాయునిరోధం క్రమంగా బలహీనమై, చివరకు భంగమైపోయినప్పుడు అవి ఒక్కుమ్మడిని కలుసుకుంటాయి. ఆ క్షణంలో మెరుపు పుడుతుంది.

పెద్ద పెద్ద నీటి బిందువులు, చిన్న చిన్న నీటి బిందువులకంటె చాల త్వరగా గాలిలోనుంచి క్రిందికి పడతాయనీ, నీటి బిందువులు చిన్నవైనకొలదీ క్రిందకు పడడానికి బదులు ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయు ప్రవాహంతోపాటు పైకి తీసుకొనిపోబడతాయనీ జ్ఞాపకం ఉంచుకుంటే, ఉరుముతున్న మేఘములోని విద్యుచ్చలనము బాగా అర్థమవుతుంది. ధన విద్యుదావేశమునో, ఋణవిద్యుదావేశమునో విశేషంగా పొందిన పెద్దపెద్ద నీటిబిందువులు క్రిందికి పడినప్పుడు, వానితోపాటు సందర్భానుసారంగా ధనాత్మకమో, ఋణాత్మకమో అయిన విద్యుత్ప్రవాహం అధోగామి అవుతుందనీ, అలాగే తద్విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం ఎక్కువగా కలిగిన సూక్ష్మజల బిందువులతోపాటు అందుకు సంబంధించిన విద్యుత్ప్రవాహం ఊర్ధ్వగామి అవుతుందనీ, అందువల్ల మేఘములో విద్యుద్విశ్లేషణ జరుగుతుందనీ వేరే చెప్పనవసరం లేదు.

ఈ సందర్భంలో సర్ జార్జి సింప్సన్, ఆచార్య సి. టి. ఆర్. విల్సన్‌లు ఇదరూ చెరొక వాదాన్ని ప్రతిపాదించారు. ఉభయులూ తమ తమ వాదనలను నిరూపించుకోవడానికిగాను ప్రయోగాత్మకమైన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్ని చాలా ఉదాహ

రించారు. ఉరుములతో, మెరుపులతో కూడిన మేఘములలోని స్థితిగతులను బట్టి ఊర్ధ్వగామియైన వాయుప్రవాహముతో బాటు పైకి వెళ్ళే నీటిబిందువులకు వాటి వాటి పరిమాణములను బట్టి ఋణాత్మకమో, ధనాత్మకమో అయిన విద్యుదావేశం కలుగుతుందని వీరుభయులూ చేసిన ప్రయోగాలు ఋజువు చేశాయి. అయితే వీరుభయుల ప్రతిపాదనలలో ఏది సత్యమో, ఏది నిత్యమో ఇంకా పూర్తిగా తేలనందున వివరాల జోలికి పోనవసరం లేదు. అయితే పరస్పర విరుద్ధములైన ఈ రెండు సిద్ధాంతాలలోను ఏది సరియైనదో తెలుసుకోవాలనే కుతూహలంతో ప్రయోగ శాలలోనూ, ఇతరత్రాను కూడా ఎంతో కృషి జరిగింది. ఇందుకు సంబంధించిన యావద్విశేషాలనూ తెలుసుకోవటానికి చర్చలూ, వాదోపవాదాలూ, ప్రయోగాలూ, పరిశీలనలూ చాలాజరిగాయి. ఉరుములు, మెరుపులతో కూడిన మేఘములలో జరిగే విద్యుద్విశ్లేషణ ప్రమాదాన్ని కొలవడానికీ, మేఘము లోపలా, వెలుపలా ఉండే విద్యుత్‌క్షేత్రముల బలమును లెక్కించడానికీ విపులమైన సన్నాహాలతో విశేష పరిశ్రమైక సాధ్యమైన కృషి చాలా జరిగింది.

మేఘములలోని మెరుపు స్వరూప స్వభావములను గురించీ, దాని కాలపరిమితిని గురించీ మెరుపు మెరిసేటప్పుడు, మెరిసేచోట, పరిసరాలలోని విద్యున్మండలంలో జరిగే మార్పులను గురించీ ఆసక్తిజనకమైన పరిశోధనలు ఇటీవల చాలా జరిగాయి. ఈ సందర్భంలో అమిత వేగంతో కదలిపోయే 'ఫొటోగ్రాఫిక్ ఫిలిమ్' మీద మెరుపును ఛాయా చిత్రంగా సంగ్రహించడానికి తగు ఏర్పాట్లు చేశారు. ఇందువల్ల ఒకదాని నొకటి అనుసరిస్తూ ఒకే మార్గంలో పయనించే రకరకాల మెరుపులను సులువుగా విడదీసి ప్రత్యేకంగా చూపడానికి వీలైంది. పైగా ఈ ఫిలిమ్‌ను తగినంత వేగంతో త్వరితగతిని కదపగలిగిననాడు ప్రతి మెరుపుయొక్క వృద్ధి క్షయాలను, అది ఎంతకాల వ్యవధిలో ఏ విధంగా శాఖోపశాఖలుగా చీలిపోతుందో, అందుకు సంబంధించిన సర్వవివరాలను సరిగా కనిపెట్టి నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది. ఇందువల్ల మెరుపులో వెలువడే విద్యుత్ప్రవాహపు పరిణామ పరంపరను మరింత సమగ్రంగానూ, స్పష్టంగానూ తెలుసుకోవడానికి వీలవుతుంది. మెరుపు మెరిసినప్పుడు, మెరిసేచోట, పరిసరాలలోను ఏర్పడే విద్యుత్‌క్షేత్ర పరిశీలనకై ఛాయా చిత్రాలతో పాటు 'కేథోడ్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్' యంత్రాన్నికూడా ఉపయోగించడంవల్ల ఆ సందర్భంలో సంభవించే పరిణామ పరంపర ఒకటి ఏ క్రమంలో ఎంత కాలవ్యవధిలో జరిగేదీ బాగా తెలిసింది.

వాతావరణం పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం దానిలో విద్యుదావేశం ఉంటుందనీ, అది కొంత బలమైనదే అయినప్పటికీ, ఆ సంగతి మనకు సాధారణంగా తెలియదనీ, అది మన భూమిమీద అనుక్షణం ఎక్కడనో ఒకచోట ఉరుములూ, మెరుములతో కూడిన తుఫానులు కలుగుతూ ఉండడంవల్లనే, ఎల్లప్పుడూ ఏర్పడుతున్నదనీ ఆచార్య సి. టి. ఆర్. విల్సన్ ప్రథమంలో ప్రతిపాదించిన వాదాన్ని మన మంగీకరిస్తే, అట్టి తుఫానులలో ఏర్పడే విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో పరిశీలింపవలసి ఉంటుంది. వాతావరణపు అధోమండలాలలోనే ఉరుములతోను, మెరుములతోను కూడిన తుఫానులు సంభవిస్తూ ఉంటాయి. వీటివలన వస్తుతః విద్యుద్వాహకాలైన వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాలలోకూడా మార్పులు వస్తూంటాయి.

మామూలుగా ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన తుఫానులో, భూమిమీద ఉన్న అత్యంత శక్తివంతమైన విద్యుదుత్పాదన కేంద్రా లన్నింటికన్న పెద్దది ఉత్పత్తి చేయగల దానికంటె ఎన్నోరెట్లు విద్యుచ్ఛక్తి వ్యర్థమై పోతూంటుంది. ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన గాలివానలు కావాలన్నప్పుడు రావనే మాట అలా ఉండగా, వాటినుంచి విడుదల అయ్యే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగంలోనికి తెచ్చుకోవడానికి ప్రయత్నించడం పెద్దపులిని బండికి కట్టి లాగించడానికి ప్రయత్నించడం వంటి దవుతుంది. ఈ సందర్భంలో ఆల్ప్స్ పర్వత శ్రేణిలో ఒక లోయలో ఉరుములతో మెరుములతో కూడిన తుఫానులో ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని పరిశోధించిన ప్రతిభాశాలియైన ఒక యువ భౌతిక శాస్త్ర విజ్ఞానవేత్త పడినపాట్లు, పొందిన దుర్గతి జ్ఞాపకం వస్తోంది. అతడు చేసిన పరిశోధన అయితే జయప్రదమే అయింది. కాని అతని పరిశోధనా ఫలితములను వివరించు పత్రములో విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధికొరకై ఆత్మార్పణచేసిన అతని మరణవార్త కూడా చేర్చబడినది. వాతావరణము పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం, దానిలో నిక్షిప్తమై ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించే నిమిత్తం బహుళ ప్రయత్నములు జరిగినవి. కాని అందువల్ల ఇంతవరకు గణనీయమైన ఘన విజయమేమీ లభింపలేదు. పైగా వాతావరణములోని విద్యుచ్ఛక్తిని భావికాలంలోనైనా వినియోగించుకో గలమనే ఆశకు అవకాశ మేమీ అంత ఎక్కువగా కనబడడం లేదు.

13. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు : స్ఫటిక నిర్మాణం

స్ఫటికను గురించి మనకు తెలిసినదంతా పలువురు పరిశోధకులు విభిన్న విజ్ఞాన శాస్త్ర శాఖలలో సాగించిన కృషి ఫలితమే అనే విషయం సమస్త శాస్త్రా లకు లక్ష్య లక్షణాలు ఒక్కటే అని చెప్పడానికి మంచి ఉదాహరణ: అందునా స్ఫటిక విజ్ఞానం, ముఖ్యంగా నూతన ఖనిజములకై అన్వేషణ జరిపే వారికీ, భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులకూ ఎంతో ఋణపడి ఉంది. వీరు వివిధ ఖనిజములుండే చోట్లను కనిపెట్టి, పలకలు బాగా తీరిన స్ఫటికములను సేకరించి పరిశీలకులకు అందుబాటులో ఉంచడం వల్లనే స్ఫటికముల స్వభావములను గురించి పరిశోధించడానికీ, పరిశీలించ డానికీ వీలు కలిగింది. తన పరిశీలనకు కావలసిన సరియైన స్ఫటికములను సంపాదించ డానికై స్ఫటిక విజ్ఞానికి వారి సహాయం చాలా కావాలి. కాని లోహ శాస్త్రజ్ఞుల కొలిములలోనూ, మూసలలోను రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తి చేసేవారు ఉప యోగించే పెద్ద తొట్టెలలోను ఘన ద్రవ్యములు పొందగల స్ఫటికాకృతులకు మంచి ఉదాహరణలు అప్పుడప్పుడు లభించగలవు. వీటికి తోడు ఇతరత్రా దొరకని ద్రవ్య ములను పరిశీలన చేయదలచినప్పుడు, ఈ వైజ్ఞానికులు స్వీయ కృషితో స్ఫటికము లను రూపొందించుకోవలసి ఉంటుంది. కరిగిన ద్రవ్యమును నెమ్మదిగా ఘనీభవింప జేయడం, ద్రావణములనుండి నియంత్రణ పూర్వకంగా స్ఫటికములను రూపొం దించడం అనేక స్ఫటికాకృతులలో లభించేవాటికి తగు విధంగా ఉష్ణ చికిత్సను చేయడం వగైరా విధానాలను ఈ సందర్భంలో పెంపొందించారు. వీటిని యథో చితంగా అనుసరించి కావలసిన పరిమాణములో స్ఫటికములను విడివిడిగా తయారు చేస్తుంటారు. తీర్చిదిద్దినట్లుండే స్ఫటిక ముఖముల మధ్య ఏర్పడిన కోణములను కొలిచీ, అవసరమైతే మరికొన్ని ప్రత్యేక పరీక్షలు చేసీ ప్రతి స్ఫటికపు సౌష్ఠవాను రూపాలను నిపుణులైన స్ఫటిక శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయిస్తారు. సాధారణంగా స్ఫటికాలలో ముప్పైరెండు జాతు లుండవచ్చునని సిద్ధాంతరీత్యా నిర్ణయించారు. ప్రకృతి సిద్ధంగా కూడా ముప్పై రెండు జాతుల స్ఫటికాలే దొరుకుతున్నాయి. ఈ ముప్పై రెండిం

టిని ఆరు, లేదా ఏడు విధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. మాటవరుసకు ఘనములుగా ఉండే స్ఫటికాలనే చూడండి : వీటిలో ఐదు జాతు లున్నాయి. వీనిలో ఒక్కదాని సౌష్ఠవానురూపాలలో తేడాలుంటాయి. అయితే ఈ ఐదు జాతులలోను నాలిగింటిలో ఉండ భేదముల సంఖ్య ఘనములలో ఉండదగిన వాటికంటె చాలా తక్కువే. స్ఫటికముల సౌష్ఠవానురూపములు, వాటి ముఖముల సంఖ్య, రూపురేఖలను బట్టి వ్యక్తమవుతుంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన మేలు జాతి స్ఫటికములో ఒకే రకమునకు చెందిన ముఖములు, 48 కంటె తక్కువ ఉండడానికి లేదు. నాసిరకం స్ఫటికాలలో ఇట్టి ముఖముల సంఖ్య 24 కు గాని, పన్నెండుకు గాని పరిమితమై ఉంటుంది. అయితే ఈ విధంగా ఎక్కువ సంఖ్యలో పలకలు చేరి ఉండడం ఘనస్ఫటికపు మూడు ఘన అక్షముల మీదకు వివిధ కోణములలో ఒదిగి యున్నప్పుడు మాత్రమే సాధ్యమవుతుంది.

ప్రతి స్ఫటికము ఏ జాతికి చెందినదో సరిగా వర్గీకరించడం అత్యంత ప్రధానమైన విషయం. అందువల్ల స్ఫటికపు ఆంతరంగిక నిర్మాణమును పోల్చుకోవడానికి వీలవుతుంది. పైగా యీ వర్గీకరణ దాని భౌతిక లక్షణములకు సన్నిహితంగా ఉంటుంది. అందుచేత స్ఫటికముల రూపురేఖలను నిర్ణయించి వర్గీకరించే స్ఫటికవిజ్ఞాని చేసే పని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకూ, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకూ కూడా సమానంగానే ఉపకరిస్తుంది. స్ఫటికములలో 32 విధములైన సౌష్ఠవానురూపము లుండడానికి వీలుంది కనుక 32 విధాలైన భౌతిక లక్షణా లుంటితీరాలని అనుకోకూడదు. నిజానికి ఘనముల శ్రేణిలోని స్ఫటికముల నిర్మాణ వైవిధ్యాన్ని బట్టి, ఇతర లక్షణాలను బట్టి వాటిని అయిదు విధాలుగా వర్గీకరించి నప్పటికీ వాటికి వేడికి పొందగల వ్యాకోచ సామర్థ్యం, ఉష్ణవాహక శక్తి అన్నివైపులా సమానంగా ఉంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన జాతుల స్ఫటికాలలోను (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్) ప్రకాశ వక్రీభవనశక్తి కూడా సమానంగానే ఉంటుంది. అయితే, ఈ ముప్పైరెండు జాతులను ఏదో ప్రాతిపదికపై స్ఫటికనైజమును సూచించగల స్వల్ప సంఖ్యాక వర్గములలో యిమడ్చవచ్చు. ఇందుకు ఒక ఉదాహరణ : స్థితిస్థాపకశక్తి ప్రాతిపదికగా వీటిని తొమ్మిది వర్గాలుగా విభజించవచ్చు. ఉష్ణస్పర్శతో పొందగల వ్యాకోచశక్తి ఉష్ణవాహకత్వం ప్రాతిపదికగా ఐదు వర్గాలు ఏర్పరచవచ్చు. ఇలాగే తక్కినవి కూడా.

ఈ 32 జాతులలోను పదకొండింటికి సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉంటుంది.

ఇట్టి కేంద్రం లేని మిగతా 21 లోను, పదిహేనింటికి కుడిచేతి వాటమో, లేక ఎడమ చేతి వాటమో ఉంటుంది. మిగిలిన ఆ రెండింటికీ ఏ వాటమూ ఉండదు. స్ఫటిక నిర్మాణములో వ్యక్తమయ్యే ఈ విభిన్న వైఖరులపై ముఖ్యమైన భౌతిక విషయాలు అనేకం ఆధారపడి వున్నాయి. చతుర్ముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (టెట్రా హెడ్రన్), అష్టముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (ఆక్టా హెడ్రన్) పరిశీలించితే, ఈ సౌష్టవానురూప కేంద్రం అంటే ఏమిటో స్పష్ట మవుతుంది. ఇందులో చతుర్ముఖికన్న అష్టముఖికి రెట్టింపు ముఖము లుంటాయి. అయితే, ఈ రెండింటికీ మధ్య వుండె ముఖ్యమైన తేడా ఏమిటంటే, అష్టముఖికి సౌష్టవానురూప కేంద్ర ముంటుంది. చతుర్ముఖికి వుండదు. ఇక ఎడమ, కుడిచేతి వాటములను గురించి అందరికీ తెలుసు గనుక వేరె వివరింప నక్కరలేదు. ఈ లక్షణములను కనబరచు స్ఫటిక జాతులలో ఎడమ వాటముగాని, కుడివాటముగాని కలిగినట్టి మరమేకులనూ, లేక నేలమీదనుంచి పై అంతస్థువరకూ విస్తరించివుండె శంఖమువంటి సర్పిలాకారాపు మేడ మెట్లను పోలివుండె పరమాణు సమూహాలను మనము గుర్తించవచ్చును.

స్ఫటికములలోవుండే కుడి ఎడమ వాటములు తేజోకిరణముల ప్రసారప్రభావం వలన వ్యక్తమవుతాయి. ఇది తేజః కిరణము చెరుకు ద్రావణం ద్వారా ప్రసరించు నపుడు పరిభ్రమంచే ప్రసారతలంలో ప్రత్యక్షమయ్యే మార్పును ఘనముల శ్రేణికి చెందని స్ఫటికములలో ఒక కిరణమే రెండుగా విభజితమై రెండు వేరు వేరు మార్గా లలో ప్రసరించే (డబుల్ రిఫ్రాక్షన్) గుణం ఉండడం చేత తేజః ప్రసారానికి సంబం ధించినంతవరకు స్ఫటికపు నైజంలో తేడాలు వస్తాయి. క్లిష్టత ఎక్కు వవుతుంది. అయినప్పటికీ చక్కగా వీలుగా కోసిన స్ఫటికపు పలకలోనుంచి చూచి నపుడు పరిభ్రమించే ప్రసార తలంలో కలిగే మార్పులను సులువుగా గుర్తించవచ్చు. ఇట్టి లక్షణము స్ఫటికము లన్నింటిలోను 'క్వార్ట్జ్' అనబడే స్ఫటిక శిలకు ఎక్కువ.

ఒత్తిడి భేదముచేత ఉత్పత్తి అయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పీజో - ఎలెక్ట్రిసిటీ) ఉష్ణ భేదంవల్ల కలిగే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పైరో ఎలెక్ట్రిసిటీ) అనే రెండు విచిత్ర లక్షణా లున్న స్ఫటికములలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉండదు. అందుకు ఉపపత్తి ఈ లక్షణా లుండడమే. టూర్మలీన్ లేదా క్వార్ట్జ్ వంటి పీడన జనితమైన విద్యుల్లక్షణములు కల స్ఫటికముల పలకను ఒక వైపు బలంగా నొక్కిన కొలదీ వాటి ఉపరితలం మీద విద్యుదావేశం వృద్ధి అవుతూండడం స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. అలా కాకుండా పలక ఉభయ తలములకు విద్యునావేశాన్ని కలిగించితే

పలక వంకరై పోతుంది. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందంటే స్ఫటికములోని పరమాణువులు విద్యుదావేశం లేనట్టివి కావనీ, సందర్భానుగుణంగా పరస్పర విరుద్ధమైన విద్యుదావేశాన్ని పొందుతూ ఉంటాయని భావించవలసి ఉంటుంది. దీనికి తోడు నొక్కడంవలన దాని స్థితస్థాపక శక్తికో తేడాలు వచ్చినప్పుడు కలిగే వంకరల మూలంగా దానిలోని పరమాణువులకు తాత్కాలికంగా స్థానబలం కలుగుతుంది. అందువలన స్ఫటికపు పరిమాణంతో విద్యుత్ప్రవాహం బయలుదేరుతుంది. కనుక దాని తలములపై మరేవిధమైన ఆటంకం లేకపోవడం మూలాన విద్యుదావేశం కనిపిస్తుంది. ఈ తర్కానికంతకూ ప్రధానమైన ఆధారం పూర్వోక్తమైన భావన మాత్రమే. అందువల్ల కేంద్ర సౌష్ఠవం లేని ప్రతి స్ఫటికములోను పీడన జనితమైన విద్యుత్తు, ఉష్ణజనితమైన విద్యుత్తుల లక్షణాలు విధిగా ఉండితీరతాయని మాత్రం చెప్పడానికి లేదు.

స్ఫటిక నిర్మాణంలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రము ఉన్నదీ, లేనిదీ వర్ణపట దర్శనితో పరీక్షించి స్పష్టంగా తెలుసుకోవచ్చు. ఆమ్లజని, నత్రజని, ఉదజని వగైరా మూలద్రవ్యముల అణువులలో అనురూపమైన జంట పరమాణువు లుంటాయి. ఇట్టి వాటిని ద్వ్యణుకము లంటారు. ఈ ద్వ్యణుకముల కంపనములు స్ఫటికము తాలూకు పరారుణ (ఇన్ఫ్రారెడ్) వర్ణ చిత్రంలో శోషణ రేఖలు (ఎబ్జార్ప్షన్ లైన్స్) గా గాని, ఉద్గారరేఖలు (ఎమిషన్ లైన్స్) గా గాని గోచరింపవు. అయితే, స్ఫటికము విరజిమ్మే ఏకవర్ణకాంతి వర్ణచిత్రంలో ఆ కంపనములు మిక్కిలి స్ఫుటముగా, దట్టముగా కనిపిస్తాయి. ఆ అణువులో కేంద్రీయ సౌష్ఠవానురూపంవల్లనే యీ భేదాలు కలుగుతాయి. కేంద్రీయ సౌష్టవానురూపం కల స్ఫటికజాతులలో సరిగ్గా ఇలాగే జరుగుతుంది. పరమాణు రచనాక్రమపు ఒకానొక ప్రత్యేక కంపనములు పరారుణ శోషణగా వ్యక్తమయితే, అది కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కనబడదు. అలాగే కాంతి వికిరణములో కనిపిస్తే పరారుణశోషణ కనబడదు. సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం లేని స్ఫటికములలో యిట్టి కంపనమే కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కూడా ఒకే విధంగా కనబడడం మిక్కిలి ప్రత్యేకమైన సందర్భములలో మాత్రమే సాధ్యం.

ఘనముల శ్రేణికి చెందిన స్ఫటికములలో వజ్రము పూర్వోక్త లక్షణములకు మంచి ఉదాహరణ. చతుర్ముఖ త్రిభుజ లక్షణములు గల వజ్రములు అడపాదడపా దొరుకుతూ ఉండడంవల్ల, వాటి రచనలో, ఘనముల శ్రేణిలో సంపూర్ణమైన అష్టముఖి

సౌష్ఠవానురూపం లేదనీ, చతుర్ముఖ త్రిభుజములకు పరిపాటి అయిన హీన సౌష్ఠవానురూపము మాత్రమే కలదనీ స్ఫటికశాస్త్ర నిపుణులు లోగడ భావిస్తూ వచ్చారు. వజ్రంలో పీడనభేదము వలన ఉత్పత్తి అయ్యే విద్యుల్లక్షణాలూ, ఉష్ణజన్య విద్యుల్లక్షణాలూ లేకపోవడంచేత యీ అభిప్రాయం సరియైనది కాదనీ, వజ్రానికి నిజంగా సంపూర్ణమైన అష్టముఖి సౌష్ఠవానురూపం కలదనీ యిటీవల దాన్ని పూర్వపక్షం చేస్తూ వచ్చారు. అయితే, పరారుణశోషణ విషయములోనూ, కాంతి వికిరణములోనూ వజ్రము ప్రదర్శించే లక్షణాలు మొదటి అభిప్రాయమునే పూర్తిగా సమర్థిస్తున్నవి. ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్ సంస్థ యిటీవల ఒక గ్రంథములో చూపబడిన ప్రకారం వజ్రములలో చాలావరకు చతుర్ముఖ త్రిభుజ సౌష్ఠవానురూపమే ఉంటుంది. అయితే, ఈ చతుర్ముఖ త్రిభుజములలో వుండే ధన ఋణాత్మక రకములు పరస్పరం కలిసిపోవడంలో అవి అష్టముఖి త్రిభుజముల సౌష్ఠవానురూపములను అనుకరిస్తున్నట్టు కనబడుతుంది. ఇట్టి అనుకరణ శాస్త్రసమ్మతమే కాక, వజ్రములలో తరచు కనబడుతూ ఉంటుంది. పైగా అష్టముఖ త్రిభుజ నిర్మాణం పూర్తిగా కలిగిన వజ్రములు కూడా కొన్ని దొరికాయి. ఇందుకు నిదర్శనం యిటువంటి వజ్రములలో పరారుణ శోషణం లేకపోవడమూ, అట్టి వాటిలో సహజంగా ఉండే సాంద్రమైన పరమాణు కంపనమూ ఉండడమే. ఘనద్రవ్యము లన్నింటిలోనూ మిక్కిలి విశిష్టమైన వజ్రం రచనలో కనబడే యీ విచిత్రలక్షణం ఆసక్తిజనకమూ, దురవగాహమూ అయిన విశిష్ట విజ్ఞాన విశేషాలను తెలుసుకోవడానికి ఉపకరించగలదు.

14. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం - ఘనస్థితి

ఒకప్పుడు ఈజిప్టును పరిపాలించిన ఫారో మొదటి థోత్మస్ స్మృతిచిహ్నంగా ఆయన కుమార్తె హత్‌షెప్‌సుత్ రాణి నూరడుగుల ఎత్తుగల ఒక నల్ల రాతి స్తంభాన్ని లగ్జా సమీపంలో ఉన్న కారనార్ దేవాలయంలో ప్రతిష్ఠింప చేసింది ఇది అశ్వాన్ రాతిగనుల నుంచి త్రవ్వి తీసిన ఏకాండీ ముక్క నుంచి చెక్కించినది. దీనిని నది మీదుగా రెండు వందల మైళ్ళు తీసుకొని వచ్చి స్తంభాకారములో మలచి, చదునుచేసి అక్షరాలు చెక్కి ప్రతిష్ఠించారు. మూడువందల టన్నులకు పైగా బరువున్న బ్రహ్మాండమైన ఈ ఏకాండీ రాతిమీద నాటి ఇంజనీర్లు ప్రదర్శించిన పనితనమూ, వంపూటొంపూ సరిచూచి, వంకరటింకర లేమీ లేకుండా నునుపు చేయడంలో చూపిన చాకచక్యమూ ఈ నాటికీ మూడువేల నాలుగువంద లేండ్లు గతించిన తరువాత కూడా చూపరులను ముగ్ధులను చేస్తున్నాయి. ఈ స్మారక ధ్వజ నిర్మాణానికి ఉపయోగించిన నల్లమల స్వరూప స్వభావాలను గురించి సంపూర్ణమైన అనుభవ జ్ఞానమే వారికి లేకుంటే, ఇంతటి అద్భుత ఘనకార్యాన్ని ఇంత చక్కగా సాధించ గలిగి ఉండేవారే కాదు. తరతరాలుగా క్రమాభివృద్ధిని పొందుతూ ఈ నాటికి పరాకాష్ట నందుకుని మనకు పారంపార్యంగా లభించిన కళాసంపద అంతా, నిత్య సాధన వల్ల కలిగిన అనుభవ జ్ఞానం మీద ఆధారపడిందే.

అనాదినుండి పరంపరాగతంగా ఘనద్రవ్యాల స్వరూప స్వభావాలను గురించి మనకు లభించిన పరిజ్ఞానానికి తోడుగా, ఆధునిక వైజ్ఞానిక పారిశ్రామికాభివృద్ధి వలన కొత్తగా జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. లోహములలో కొన్ని శ్రేష్ఠమైన విద్యుద్వాహకములనీ, మరికొన్నింటికి అవశ్య వాంఛనీయమైన అయస్కాంత శక్తి చాలా ఉందనీ, మరికొన్ని ద్రవ్యాలలో విద్యున్నిరోధక శక్తి హెచ్చుగా కలదనీ తెలుసుకోగలగడం వల్లనే భారీ విద్యున్నిర్మాణ పరిశ్రమ ఈనాడు ఇంతగా అభివృద్ధి చెందింది. గట్టితనమూ, మన్నికా వగైరా ప్రత్యేక లక్షణములు కల లోహ మిశ్రమములు రూపొందించబడినందుననే గృహనిర్మాణ విద్య బాగా వృద్ధి

పొందింది. అల్యూమినియం, మెగ్నీషియం వంటి తేలిక లోహాలను వాటి మిశ్రమము లను కనిపెట్టడం వల్లనే విమానయానం విశేషంగా వ్యాప్తిలోకి వచ్చింది. వలసినంత పారదర్శకత్వమూ, ప్రకాశవక్రీభవన గుణకమూ, వికిరణశక్తి కలిగిన కొత్తరకం గాజును సృష్టించగలగడం వల్లనే దృగ్యంత్రాలూ, ఛాయాచిత్ర గ్రహణ పరిశ్రమా విశేషంగా అభివృద్ధి చెందాయి. స్ఫటికశిల టూర్మలీన్ వంటి స్ఫటికములలో నిబిడమై ఉన్న భారజన్య విద్యుల్లక్షణాలను కనిపెట్టిన భౌతిక విజ్ఞానులకు రేడియో పరిశ్రమ ఎంతో ఋణపడి ఉంది. ఈ విధంగా ఘన ద్రవ్యముల స్వరూప స్వభావముల పరిజ్ఞానాభివృద్ధికీ విజ్ఞాన విశేషాలను పారిశ్రామికాభివృద్ధికి వినియోగపరచే సాంకేతిక పరిజ్ఞానానికీ అత్యంత సన్నిహిత సంబంధం కలదని నిరూపించడానికి ఎన్నైనా ఉదాహరణలు చూపించవచ్చు.

ఘన ద్రవ్యంలో అణువులూ, పరమాణువులూ స్థిరనిష్పత్తిలో ఉండడం ఒక విశిష్ట లక్షణం. మిగతా ద్రవ్య రూపాలలో ఇలా ఉండదు. అయితే ద్రవ్య రూపము లన్నింటిలోను ఉండే ఉష్ణశక్తి పరమాణువులలో తీవ్రమైన సంచలనం కలిగించి వానిని వేరు పరుస్తూ ఉంటుంది. కాని ఘన ద్రవ్యములలో ఒకదాని సరసనే మరొకటిగా ఉండే ద్రవ్యాణువుల మధ్య గల శక్తులు, వానిని వేరు పరచజూచే ఉష్ణశక్తి ప్రభావాన్ని నిరోధించుతూ ఉండడం వల్లనే ఈ సంపుటీకరణం స్థిరంగా ఉండడం సంభవ మౌతున్నది. పరమాణువుల సంపుటీకరణం వాటిని స్థిరంగా పట్టి ఉంచే శక్తుల స్వభావమూ, స్వరూపమూ కూడా ఆ యా ద్రవ్యాలలో వేర్వేరుగా ఉంటూ ఉంటాయి. ఘన ద్రవ్యములలో ఈ సంపుటీకరణ రెండు విధాలుగా ఉంటుందని స్థూలంగా చెప్పవచ్చు. ఇందులో స్ఫటికరూప ద్రవ్యాల ఆంతరంగిక నిర్మాణ క్రమాన్ని నిరూపించే రూపురేఖలతో అలరారే పరమాణు సంపుటీకరణం ఒకటి. గాజు, లేక పిండి వంటి ఘన ద్రవ్యములలో ఎట్టి వరుసా, క్రమమూ లేకుండా ఉండే పరమాణువుల సంపుటీకరణ రెండోది. ఘన ద్రవ్యపు ఆంతరంగిక నిర్మాణంలో మాత్రమే ఈ తేడాలు ఉంటూ ఉంటాయి. వీటి బాహ్యరూపము అంత విశేషమైనది కాదు. ఉదాహరణకు మంచు ముక్కనే తీసుకుందాం. దాని బాహ్యరూపంలో ఒక క్రమమంటూ ఏమీ ఉండదు. కాని అది సకృతుగా స్ఫటికముగానూ, తరచుగా స్ఫటికముల సమూహం గానూ ఉంటూఉంటుంది. మంచు ముక్కను తీక్ష్ణమైన కాంతిలో పెట్టి పరీక్షిస్తే ఈ విషయం స్పష్టమౌతుంది. అందులో ఉండే ప్రతి స్ఫటికమునూ, విడమర్చి చూపించే సరిహద్దు రేఖలనూ సులువుగా గుర్తించవచ్చు.

ఇంతకంటె మంచి ప్రయోగం ఒకటుంది. మంచుముక్కను సామాన్య మందం కల పలకగా అరగదీసి, ఆ పలకను ప్రకాశ ధ్రువకరణమొనర్చే రెండు గాజు ముక్కల (పోలరాయిడ్స్) మధ్య అమర్చి, దానిగుండా కాంతికిరణములను ప్రసరింపజేసి చూచినప్పుడు అనేక రంగులు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. దీనినిబట్టి కాంతికి రెండు రకాలుగా వక్రీభవనము కలుగజేయగల స్ఫటికములు మంచులో ఉన్నాయనీ, మంచు, కాంతికి ఒకేసారి, ఒకే విధముగా వక్రీభవనము కలుగచేసే గాజు వంటిదో, లేక పిండి పదార్థము వంటిదో కాదనీ తేటతెల్లమౌతుంది.

మనము సాధారణంగా ఉపయోగించే ఘన ద్రవ్యములలో చాలా భాగం స్ఫటికముల సమూహములే. వీటిని కనిపెట్టడం చాలా తేలిక. చాలా సందర్భాలలో చూసే చెప్పేయవచ్చు. నల్లరాయి, చలవరాయి ముక్కలు ఇటువంటివి. మరికొన్ని సందర్భాలలో మాత్రం సూక్ష్మదర్శినితో పరీక్షించడం అవసరం కావచ్చు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో సూక్ష్మదర్శిని సైతం ఆ యా ఘన ద్రవ్యముల స్ఫటిక స్వభావమును వ్యక్తపరచలేక పోవచ్చు. అలాంటప్పుడు ఈ ఎక్స్ కిరణాలు కూడా బాగా చిన్న చిన్న ముక్కల్లో సైతం రేఖా లక్షణ సంబంధమైన క్రమంలో ఏర్పడిన పరమాణువులు, లేక అణువుల సమూహముల ఉనికిని చూపలేకపోయినప్పుడు ఆ ఘనద్రవ్యం గాజు, లేదా గాజుపిండి వంటిదని చెప్పవలసి ఉంది. ఏదైనా ఒక ద్రవ్యం చివరకు స్ఫటికాకార లక్షణములను, లేదా పిండి లక్షణములను నిలుపు కొనునో లేదో తెలుసుకొనుటకు ఒక చిన్న పరీక్ష ఉంది. అవి పారదర్శకము లైనప్పుడే ఈ పరీక్ష పనికి వస్తుంది. ఇందుకోసం ఆ యా ద్రవ్యములను సరియైన పద్ధతిలో కోసి ధ్రువకరణ సూక్ష్మదర్శిని క్రింద అమర్చి పరీక్షించడంవల్ల దాని లక్షణా లేమిటో తెలుసుకోవచ్చు. అది ఏమాత్రమైనా స్ఫటిక స్వభావం కలదైతే ద్వివక్రీ భవనమును సూచించు తేజోవంతమైన భాగములు కొన్ని కనబడతాయి. మన భూమ్యుపరితలంపై ఉండే రాళ్ళలో చాలా భాగం జంతువులలోను, మొక్కలలోను ఉండే గట్టి భాగములలో పెక్కింటిలోను, కొద్దో గొప్పో స్ఫటిక లక్షణా లున్నట్లుగా ఇట్టి పరీక్షల వలన తేలింది. ఇక పూర్తిగా గాజువలె కాని, పిండివలె కాని ఉండే ఘన ద్రవ్యం ఏదైనప్పటికీ విశేషపీడనకు గురి కానప్పుడు, పోలరైజింగ్ సూక్ష్మ దర్శినిలో నల్లగా కనబడుతుంది. పరమాణు సమూహముల స్వభావమూ, ముఖ్యంగా వాటి ప్రవర్తన, వాటిని దగ్గరగా చేర్చి ఉంచే శక్తుల సాంద్రతను బట్టి ఆ యా ద్రవ్యముల భౌతిక లక్షణాలు చాలావరకు నిర్ణయించబడుతూ ఉంటాయి. లేదా

రెండింటికి మించిన పరమాణువులను చేర్చి రసాయన అణువులుగా ఏర్పాటు చేసే శక్తులవంటి వాటిచేత ఒక దాని కొకటి గొలుసుకట్టుగా కలిసిపోయి ఉండడం చేత ఏర్పడే స్ఫటికములను గురించి ప్రత్యేకంగా పరిశీలించవలసి ఉంది. వజ్రములు, కార్బొరెండమూ, స్ఫటికశిల ఇందుకు మంచి ఉదాహరణలు. వజ్రములో బొగ్గు పరమాణువులు సేంద్రియ రసాయన విజ్ఞానంలో ప్రముఖపాత్రను వహించే 'వేలెన్స్' (పరమాణువుల సంయోగశక్తి) వంటి వాటి ప్రభావం వల్ల పరస్పరం కలిసి ఉండగలుగుతున్నాయి. ఇందులో ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ మిగతా నాలుగింటితో ఘన త్రిభుజరూపంలో కలుపబడి ఉంటుంది. ఇవి ఇలా అనంతంగా కలిసిపోయి చివరకు స్ఫటికపు సరిహద్దులవరకు వ్యాపించి ఉంటాయి. కార్బొరెండంలో సిలికాన్ పరమాణువులు, బొగ్గు పరమాణువుల కూర్పు సైతం ఇలాగే కలిసి ఉంటుంది. ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ, నాలుగు సిలికాన్ పరమాణువులకు, ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ, నాలుగు బొగ్గు పరమాణువులకూ చేరి ఉంటాయి. స్ఫటికమంతటా ఇలాగే ఉంటుంది. స్ఫటిక శిలలో ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ నాలుగు ఆమ్లజని పరమాణువులకూ, ప్రతి ఆమ్లజని పరమాణువూ రెండు సిలికాన్ పరమాణువులకూ చేరి ఉంటాయి. ఈ పద్ధతిలో కూర్చబడిన ద్రవ్యములకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణా లుంటాయి. అతి మిక్కిలి కాఠిన్యం కలిగి ఉండడం ఆ గుణాలలో ఒకటి. ఈ కాఠిన్య లక్షణం కలవానిలో వజ్రం మిక్కిలి అసాధారణమైనట్టిది. ఇట్టి ద్రవ్యములను కరగించడానికి ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత అవసరం. నీటిలో గాని, ఇతర సాధారణ రసాయన ద్రవములలో గాని ఇవి కరుగవు. ఇంక ఘన ద్రవ్యశ్రేణిలో ఒక చివర ఇలాంటివి ఉండగా, రెండో చివర 'వేలెన్స్' శక్తులచేత పట్టి ఉంచబడిన పరమాణువులు కల ఏకాణునిర్మిత ద్రవ్యములు ఉన్నాయి. ఈ ఏకాణువులు ఒకదానిమీద మ రొకటి ప్రదర్శించే బలహీనమైన శేష శక్తులచేత పట్టి ఉంచబడతాయి. సేంద్రియ ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం యీ కోవకు చెందినవే. ఇవి సులభంగా కరగిపోతాయి. ఘనస్థితినుండి వాయుస్థితిలోనికి ఒకేసారి యిగిరిపోతాయి కూడాను. ప్రత్యేకమైన రాసాయనిక ద్రవ్యములతో సులువుగా కరిగిపోతాయి. ఇట్టి స్వభావం కలవాటిలో హారతికర్పూరం (కేంఫర్), పుదీనా పువ్వు (మెంథాల్), కలరా ఉండలు (నేఫ్థలీన్) తప్పక పేర్కొనదగినవి.

ఘనద్రవ్యములలో ఆసక్తిజనకమైన రకం యిం కొకటి వుంది. రాతి ఉప్పు, లేదా సముద్రపు ఉప్పు యిందుకు మంచి ఉదాహరణ. ఈ కోవకు చెందినవి ఒక

శక్తిమంతమైన భస్మం, శక్తిమంతమైన ఆమ్లంతో రసాయన సమ్మేళనం చెందడం వల్ల యేర్పడతాయి. నీళ్ళలో వెంటనే కరగిపోవడం వీటి సామాన్య లక్షణం. అలా కరగడంచేత యేర్పడిన ద్రావణం మంచి విద్యుద్వాహకం. అయితే, ఇది యిలా ఎందుకు సాధ్యమవుతుం దంటే, యీ బాపతు ఘనద్రవ్యాలు విద్యుదావేశము గల పరమాణువులతో గాని, పరమాణు సమూహంతో గాని నిర్మింపబడి వుంటాయనీ, ఘన విద్యుదావేశం కల భస్మాల అణువుల గుంపులు, ఋణ విద్యుదావేశం గల ఆమ్లపు అణుసముదాయంతో చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ, అలాగే ఆమ్లపు అణుసముదాయం, భస్మపు అణువుల సముదాయంచేత చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ, పరస్పర విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం గల పరమాణువుల మధ్య యేర్పడే పరస్పర ఆకర్షణచేతనే ఈ ఘన ద్రవ్యముల కూర్పు ఆ తీరులో వున్నదనీ ఊహించవలసి వుంటుంది. ఇలా ఊహించడంవల్ల అనేక సమస్యలకు సరియైన సమాధానం దొరుకుతున్నది. లేదా అనేక సందర్భాలలో సత్యానికి సమీపంగా వుండే సమాధానాలైనా లభిస్తున్నాయి.

లోహములూ, మిశ్రలోహములూ ఒక ప్రత్యేక తరగతికి చెందినవి. నిత్య జీవితంలో వాటికి గల ఉపయోగాల దృష్ట్యా వాటిని గురించి వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఫలితంగా ఏకంగా అంతా ఒకే స్ఫటికంగా గాని, స్వల్ప సంఖ్యలో గల స్ఫటికముల సమూహంగా ఉండే పరిశుద్ధమైన పెద్ద లోహపు ముక్కలను విడదీయడానికి వీలైన ప్రత్యేక విధానాలు యెన్నో కనుగొనబడ్డాయి. సాధారణంగా లోహపు కూర్పు అంతా అసంఖ్యాకమైన చిన్న చిన్న స్ఫటికాల సమూహంవలె ఉంటుంది. ఈ విధంగా కృతకంగా తయారుచేసిన లోహపు ముక్కకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణా లుంటాయి. సహజ లోహానికీ, దీనికీ మెకానికల్ లక్షణాలలో కొన్ని తేడా లున్నాయి. ఇందుకు కారణం అందులో అసంఖ్యాకములుగా వున్న చిన్న చిన్న స్ఫటికములే. ఏక స్ఫటికం మెకానికల్‌గా చాలా బలహీనంగా ఉంటుంది. మామూలు ఒత్తిడికికూడా దాని రూపురేఖలు మారిపోతాయి. ఇలా మారినప్పు డల్లా స్ఫటికానికి బలం చేకూరి, చివరకు మామూలుగా సహజమైన లోహంతో సమానమైన బలం కలుగుతుంది. ఈ విధంగా వేడిచేయ నవసరంలేకుండా బలాన్ని సంతరించుకో గల గుణం లోహాల కుండే ఉత్తమ లక్షణాలలో ఒకటి. ఇందువల్లనే వాడుకలో లోహాల కింత ప్రాధాన్యం వచ్చింది. బాగుగా కాచ్చి నెమ్మదిగా చల్లార్చిన పిమ్మట మేలురకం లోహపు తునకలో, సహజంగా ఉండే పెద్ద స్ఫటికం అసంఖ్యాకములైన చిన్న చిన్న స్ఫటికములుగా బదలు కావడమూ, ఆ తరువాత అవి వావీ, వరుసా,

క్రమం లేకుండా, ఒకదానితో ఒకటి హత్తుకుని బిగుసుకుపోవడం వల్లనే యిది సాధ్య మవుతున్నది.

ఘనద్రవ్యములలోని వివిధ జాతులను గురించి ఎంత చెప్పినా చెప్పవచ్చు. అయితే ఇంతకీ గాజుపిండీ, లేదా గాజు లక్షణాలు గల ద్రవ్యం స్వరూప స్వభావాలను గురించీ, నిర్మాణ వైచిత్ర్యం గురించీ, లేదా అటూ, ఇటూ కాకుండా సరిహద్దులలో ఉండే వాటిని గురించీ ఇంతవరకు విపులంగా ఏమీ ప్రస్తావించనే లేదు. ఆధునిక వైజ్ఞానికులు. సాంకేతిక నిపుణులు సాధించిన అద్భుతాలలో ఒకటి ప్లాస్టిక్. ఇప్పుడీ ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. దీని కూర్పు స్ఫటికానికీ, పిండి ద్రవ్యానికీ మధ్యగా ఉంటుంది. బహుళ ప్రయోజన కారుడైన శుభ లక్షణా లెన్నో దీని కున్నాయి. అందులో ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగింది దీనిని కావలసిన రూపముల లోనికీ, ఆకారములలోనికీ సులభంగా మలచడానికి వీలుండడం.

15. నవ్యభౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు — విశ్వ కిరణములు

పదార్థముల గుండా చొచ్చుకునిపోయే శక్తిలో ఎక్స్ కిరణముల కంటెనూ, రేడియము నుండి వెలువడే గామాకిరణముల కంటెనూ కూడా చాలా ఎక్కువ శక్తిమంతములైన కాస్మిక్ కిరణ ప్రసారం పైన ఎక్కడినుండో జరుగుతున్నదని ఆస్ట్రియా దేశస్థుడైన భౌతిక విజ్ఞాని విక్టర్ హెన్స్ కనుగొన్నాడు. కాని, దాని ప్రాధాన్యాన్ని ఎవ్వరూ వెంటనే గుర్తించలేదు. మౌలికమైన ఈ మహా విషయాన్ని కనిపెట్టినందుకు, ఆ తరువాత పాతికేండ్లకు విక్టర్ హెన్స్‌కు నోబెల్ బహుమానం లభించింది. ఈ లోగా ఈ కాస్మిక్ కిరణ (విశ్వకిరణ) ప్రసారము గురించీ, ద్రవ్యముపై దాని ప్రభావాన్ని గురించీ తెలుసుకోడానికి జరిగిన బహుళ పరిశోధనలవల్ల నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో అభివృద్ధి అయింది. కనుకనే నేడు ప్రపంచావధిని ప్రముఖంగా జరిగే వైజ్ఞానిక పరిశోధనలలో విశ్వకిరణ పరిశోధన ఒకటై ఉండడంలో ఆశ్చర్య మేమీ లేదు. ఫలితంగా యుద్ధానంతరం భౌతిక విజ్ఞానులు, తమ దృష్టిని తిరిగి శాస్త్ర పరిశోధనలపై కేంద్రీకరించినప్పుడు, ఈ రంగంలో సైతం అత్యంత ప్రయోజనకరములైన సంగతు లెన్నో కనుగొనబడగలవని ఆశించవచ్చు.

మిక్కిలి శక్తిమంతమైన ఈ రేడియో ధార్మిక కిరణాల నిజస్వభావ మెట్టిదైనప్పటికీ, అది భూమికి వెలుపలనుండి వాతావరణంలో ప్రవేశిస్తున్నదన్న సంగతి సుస్థిరసత్యం. విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావమును గుర్తించి చూపించే విద్యుద్యంత్రములను ఒక గాలిబుట్టలో ఉంచి. దానిని వీలైనంత పైకి పంపి విక్టర్ హెన్స్ స్వయంగా నిరూపించ గలిగాడు. ఆ తరువాత అటువంటి ప్రయోగాలు మరెన్నో జరిగాయి. నేలమీద నుంచి చూచే మనకు గోచరించేది వాతావరణంలో ప్రవేశించక ముందుండే అసలు రూపు కాదనీ, వాతావరణంద్వారా పయనించడంవలన అనేక మార్పులకు గురియై, మారగా మిగిలిన రూపమే కనబడుతుందనీ ప్రయోగమూలకంగా ఋజువైంది పది మీటర్ల మందాన ఉండే నీటిపొరతో సమానమైన వాతావరణములో నుంచి దూరివచ్చిన తరువాత కూడా విశ్వకిరణ ప్రభావాన్ని కనిపెట్టగలుగు తున్నామనే

దానిని బట్టే, దానికి గల అసాధారణ రేడియో ధార్మిక ప్రసారశక్తిని గుర్తించవచ్చు. అంతేకాదు. మరికొంత మందం కల ద్రవ్యంనుంచి చొచ్చుకువచ్చిన తరువాత సైతం వాటి ప్రసారశక్తి ఏమాత్రం క్షీణించదు. ఇంతే కాకుండా పర్వతముల మధ్యనున్న సరస్సులో ఉండే సుప్పై మీటర్ల లోతుకల నీటిలోనుంచి చొచ్చుకొని అడుగుకు వెళ్ళిన తరువాత కూడా ఈ విశ్వకిరణ ప్రసారపు ప్రభావాన్ని చూడవచ్చు.

వివిధ అక్షాంశాలవద్ద భూమ్యుపరితలంమీద ఈ విశ్వకిరణములను గురించి తెలుసుకొనిన వివిధాంశములను పరిశీలించడం వలన, భూమియొక్క వాతావరణం లోనికి ప్రవేశించక పూర్వము వాటి నిజస్వరూపము ఏమిటో అవగాహన చేసుకోవడానికి అనువైన సూచనలు కొన్ని లభిస్తున్నాయి. అయితే భూమిమీదనూ, వాతావరణం లోకి స్వేచ్ఛగా పైకి వదలిన గాలిబుట్టలు పోగలిగినంత ఎత్తులోనూ కూడా విశ్వకిరణముల ప్రభావము, ఆయా పరిశీలనా కేంద్రముల ఉనికి లేదా అక్షాంశ మీదనే ఆధారపడి ఉంటుందని స్పష్టంగా నిర్ధారణ అయింది. అక్షాంశలను బట్టి విశ్వకిరణ ప్రభావంలో తేడా ఉంటా యనడానికి కారణం కనుగొనాలంటే, భూమి ఒక అయస్కాంతమనీ, దాని అయస్కాంతక్షేత్రం దశదిశలా ప్రదేశంలోకి చాలాదూరం వ్యాపించి ఉంటుందనీ, వెళ్ళినకొద్దీ దానిబలం క్రమంగా తగ్గుతుందనీ, మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. విద్యుదావేశం కల అణువుల ప్రభావం ఆకాశంలోంచి భూమికేసి అన్ని దిక్కులనుంచి వస్తున్నప్పుడు, అవి భూమి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ప్రయాణం చేయవలసి రావడంచేత, వాటి మార్గంలో మార్పులు వస్తాయి. ఈ ప్రవాహంలోని అణువులు అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని దూసుకుని భూమి వాతావరణపు పై అంచులను చేరగలగడం వాని చలనశక్తి తీవ్రతమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. తక్కువ శక్తిగల అణువులు భూమధ్యరేఖా మండలం వరకూ రాజాలవనీ, కేవలం భూమియొక్క అయస్కాంత ధ్రువముల పరిసరములను మాత్రమే చేరుకోగలవనీ నిరూపించవచ్చు. ఇంతవరకు లభించిన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్ని బట్టి అందులోని తేడాలను బట్టి విశ్వకిరణములు విద్యుదావేశం పొందిన అణువుల ప్రవాహమే కాని, భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రములవలన ఏ మార్పును పొందనట్టి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారము కాదని స్పష్టమవుతుంది. ఈ అణువులు లంబరేఖకు పశ్చిమంగా వాలుగా భూమియొక్క వాతావరణంలోనికి ప్రవేశిస్తున్నాయని చెప్పడానికి కూడా గట్టి సాక్ష్యమే ఉంది. అందుచేత ఈ అణువులు ధనవిద్యుదావేశము కలవనీ, ముఖ్యంగా ప్రోటానులనీ, అనగా ఉదజని పరమాణువులలోని విద్యుదావేశముతో కూడిన కేంద్రకములు అనీ భావించవచ్చు.

మామూలుగా విద్యుద్వాహకం కాని గాలివంటి దానిద్వారా విద్యుదావేశము కల అణువులు అమిత వేగంతో పయనిస్తున్నప్పుడు, ఆ గాలిలోని అణువులు అయనీకరణం చెందుతాయి. అనగా తాత్కాలికంగా విద్యుద్వాహకాలుగా మారిపోతాయన్నది బాగా తెలిసిన విషయమే. పౌనఃపౌన్యం ఎక్కువగా ఉండే ఎక్స్ కిరణములు, లేదా రేడియం నుండి వెలువడే గామా కిరణములవలన తాత్కాలికంగా అయనీకరణం జరుగుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ కిరణప్రసారం సోకడంవలన ఆయా ద్రవ్యములనుండి విద్యుదావేశంగల పరమాణువులు పైకి విసరబడడమే. అనగా ఈ సందర్భంలో జరిగేది ముందుగా విద్యుదావేశం పొందిన పరమాణువులు విడివడి, ఆ తరువాత అయనీకరణం చెందడం జరుగుతుం దన్నమాట. విశ్వకిరణ పరిశోధనకై నేటివరకు అనుసరించబడుతున్న ప్రయోగ పద్ధతులు అన్నీ కూడా విసురుగా పయనించే విద్యుదావేశము పొందిన పరమాణువులకు కల అయనీకరణ శక్తిమీదనే ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షంగానో ఆధారపడి వున్నాయి. ఇక ఆయా ప్రయోగ వివరాలు విద్యుదావేశం పొందిన ఈ పరమాణువులకు గల శక్తిమీదనూ, లేదా ప్రసార తీవ్రతమీదనూ చాలా వరకు ఆధారపడిఉంటాయి. ఉదాహరణ : శక్తిమంతములైన గామాకిరణ ప్రయోగం వల్ల మనం ఇంతవరకు, ఎక్స్‌కిరణ ప్రయోగంవల్ల కనుగొనజాలని ఫలితములను సాధించగలుగుతున్నాం. అయితే అత్యంత శక్తిమంతములైన గామాకిరణములకు కూడా ఉండజాలనంతటి హెచ్చుశక్తి విశ్వకిరణక్షేత్రంలో ఉండే ప్రతి అణువుకూ ఉంటూండడం గమనార్హం. అందుచేత వీటిద్వారా మనం కడు శక్తిమంతమైన గామా కిరణములవలన కూడా సాధ్యము కాని అనేక విధములైన నూతన లక్షణములతో వ్యవహరించవలసి వస్తున్నది.

విశ్వకిరణ పరిశీలనకై నిర్మించబడిన సాధన సామగ్రి మిక్కిలి నైపుణ్యముతోను, చాతుర్యముతోను నిర్మింపబడినది. ఇవి స్థూలముగా మూడు రకములు. అయనీకరణ పరిమాణమును, ప్రభావమునూ నమోదుచేసే ఎలెక్ట్రోస్కోపులు, ఆయా పరిస్థితులలో కనబడే ప్రతి విశ్వకిరణమును లెక్కించి, మొత్తం నమోదుచేసే గైగర్ కౌంటర్లు. నీటి ఆవిరి ఘనీభవించడంచేత ఏర్పడిన నీటి చుక్కలను అణువులు వెళ్ళే మార్గం పొడవునా చేర్చి, దాని గమన మార్గాన్ని కనబడేటట్లు, చేసే విల్సన్ చేంబర్ ఈ సందర్భంలో చెప్పుకోదగినవి. ఈ విల్సన్ చేంబర్ విద్యుదావేశముతో కదిలే అణువుల మార్గములను చుట్టలు చుట్టలుగా వంచగల శక్తిమంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రము సహాయముతో వాటి చలన శక్తితోపాటు విద్యుదావేశము, ఋణాత్మకమో,

ధనాత్మకమో నిర్ధరించుతుంది. ఈ మూడింటిలోను విల్సన్ ఛేంబర్ విధానము ఎంతో ముఖ్యమైనదీ, ప్రయోజనకరమైనదీని. ఏమంటే విద్యుదావేశము పొంది అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణువుల మార్గాలను దీనిలో ఛాయాచిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. జల్లున వర్షించే ఆయా పరమాణువులలోని తేడాలను సూచించే వివిధ వ్యాసార్థములు గల వలయములలో పరిభ్రమించే పరమాణువుల పథాన్ని, ఆయా సందర్భాలలో అవి అనుసరించే వక్రమార్గాలనూ, చక్కని చిత్రాలుగా తీసి ప్రచురించారు. ఈ ప్రకారం గానే ప్రయోగాలుచేసి పాజిట్రాన్ అనబడే ధన విద్యుదావేశం కల ఎలెక్ట్రాన్ ఉనికిని ఏండర్సన్ అనే విజ్ఞాని కనుగొన్నాడు. అలాగే తీక్ష్ణమైన విద్యుదయస్కాంత ప్రసార ప్రభావానికి గురియైనప్పుడు ద్రవ్యంనుంచి పాజిట్రాన్ - నెగట్రాన్ పరమాణుయుగళం ఉత్పత్తి అవుతుందనికూడా ప్రత్యక్షంగా చూపించాడు. అలాగే మీజాన్ అనబడే బరువైన ఎలెక్ట్రాన్‌కూడా ఉన్నదని ఈ పద్ధతిప్రకారమే ఋజువు చేయబడింది. విశ్వకిరణములలోని అణువుల మార్గములనూ, అవి ద్రవ్యముతో ఢీకొన్నప్పుడు కలిగే ఫలితాలనూ నమోదు చేయగల ఇతర విధానాలుకూడా వాడుకలో ఉన్నాయి. ఇది ఎంతో సులభమైన ప్రయోగం. కొంచెం మందంగా మందుపూత పెట్టిన ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటును చాలాసేపు విశ్వకిరణముల ప్రసారానికి గురి చేస్తారు. ఇందువల్లకూడా మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైన సత్ఫలితాలే సమకూరాయి.

గైగర్ కౌంటర్ అనేది మిక్కిలి చాతుర్యంతో నిర్మించబడిన శక్తిమంతమైన పరికరం. అందులో ప్రధానంగా ఉండేది గుండ్రటి పొడుగాటి గొట్టం. దానిని అందుకు పనికివచ్చే వాయువుతో గాని, ఆవిరితో గాని నింపుతారు. దానికి అక్షం పొడుగునా ఒక సన్నని టంగ్‌స్టన్ తీగ ఉంటుంది. అయనీకరణం సాధించే అణువు అందులో ప్రవేశించగానే, మీట నొక్కినట్లయి గొట్టం పొడవునా విద్యుల్లత మెరుస్తుంది. ఆ వెంటనే దానంతట అదే శుభ్రపడి నమ్మడానికి వీలులేనంత అతి స్వల్పకాలంలోనే మళ్ళీ ప్రయోగాన్ని సాధించడానికి వీలుగా తరువాత వచ్చే అణువు కొరకు తయారుగా వుంటుంది. పునః ప్రసార సాధనలనూ, ఇతర సాధనాలనూ ఉపయోగించడం వలన ఈ మెరుపులను ఒక్కొక్కటిగా గాని, గుంపులుగా గాని లెక్కపెట్టి యంత్ర సహాయంతో నమోదు చేయవచ్చు. విశ్వ కిరణములలో రెండవవిధత అణువులు ఎట్టి పరిస్థితులలో ఏ విధంగా ఉత్పత్తి అవుతున్నాయో, ఆ వివరాలనూ, వాటి శక్తి సామర్థ్యాలనూ, అవి అనుసరించే మార్గములనూ కనుగొనడానికై వివిధ రీతులలో ఒకదానితో ఒకటిగా చేర్చబడిన సంపూర్ణమైన గైగర్ మానిని

దొంతరలను ఉపయోగిస్తారు. వరసవరసగా గాని, పళ్ళెములలో గాని ఒక క్రమంలో ఏర్పాటుచేసిన ఈ గైగర్‌మానిని సమూహములను విశ్వకిరణ దూరదర్శనుల వలె కూడ ఉపయోగిస్తున్నారు. విశ్వకిరణ పరిశోధన జరిగే గదిలోనికి మనం ప్రవేశించి-అక్కడ ఉండే గైగర్‌మానిని యంత్రాలు ఎడతెగకుండా చేసే టిక్కుటిక్కుమనే ధ్వనిని ఒక్కసారి వింటే, కాస్మిక్‌కిరణ ప్రసారం సర్వవ్యాపిగా ఉన్నదని స్పష్టమై తీరుతుంది.

భౌతిక శాస్త్రంలో సర్వేసర్వత్రా ప్రయోగమూలకంగా జరిగే ఇతర పరిశీలనల కంటె విశ్వకిరణ పరిశీలన కొన్ని విషయాలలో ప్రత్యేకమైనట్టిది. మామూలు ప్రయోగశాలలోని ఒక గదిలో విశ్వకిరణములకు సంబంధించిన కొన్ని ప్రయోగములను సాగించడం సులభసాధ్యమే. కాని అట్టి ప్రయోగాలవల్ల పరిమిత ప్రయోజనాలు మాత్రమే చేకూరుతాయి. అందుచేత విశ్వకిరణ పరిశోధనలు చేసే భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఎక్కువ తరచుగా పర్వతాలు ఎక్కవలసి వస్తోంది. విమానాలలో వెళ్ళవలసి వస్తోంది. స్ట్రాటోస్ఫియర్(భూమికి ఏడు మైళ్ళకు పైగా ఉండే వాతావరణ భాగం) లోకి పోయే గాలిబుట్టల్లో ప్రయోగించవలసి ఉంటుంది. భూమిమీద నున్న వివిధ ప్రదేశాలకు, లేదా ఇంకా ఉన్నతోన్నతమైన తావులకు తన యంత్రాలను తీసుకుపోయి ఆయా స్థలాలలో ఏ మేమి జరిగేదీ కనిపెడుతూ ఉండాలి. తాను స్వయంగా వెళ్ళడానికి అవకాశం లేని స్థలాలకూ, ఉన్నత శిఖరాలకూ, కేంద్రాలకూ పంపడానికి వీలైన తేలికపాటి పరికరాలను సమకూర్చుకోవలసి ఉంటుంది. పైగా అట్టి యంత్రాలు కనుగొని సంజ్ఞారూపంలో ప్రసారం చేసిన సమాచారం అంతనీ గ్రహించి నమోదుచేసి, తరువాత సావకాశంగా పరిశీలన చేయడానికి వీలైనట్టి పరిస్థితిలో ఉండాలి. స్ట్రాటోస్ఫియర్‌లో ఉన్నతోన్నతమైన తావులకు అట్టి యంత్రా లుంచిన గాలి బుట్టలను విరివిగా, స్వేచ్ఛగా పంపడం అనేది విశ్వకిరణ పరిశోధనలలో సాధారణంగా జరుగుతూఉండే పనే. వాతావరణంలోని అధోభాగాలకు చొచ్చుకుని వచ్చేటప్పుడు ప్రాథమిక ద్రవ్యాణువుల శక్తిలో కలిగే మార్పుల స్వభావాన్ని కనిపెట్టడంలో ఈ విధానం ఎక్కువగా సహాయపడుతుంది.

ప్రయోగశాలలో ఇంతవరకు సుమారు ఐదు కోట్ల ఎలెక్ట్రాన్ వోల్టుల పరిమాణము కల శక్తిని మాత్రమే కృతకంగా ఉత్పత్తిచేయగలగగా, భూమియొక్క వాతావరణంలోకి ప్రవేశించడానికి పూర్వం విశ్వకిరణాలలో ఉండే ఒక్కొక్క ద్రవ్యాణువుకుండే శక్తి కొన్ని వందల కోట్ల ఎలెక్ట్రానువోల్టు లుంటుందని

అంచనా వేయబడింది. అన్యత్రా దుర్లభమైన నూతన విజ్ఞానం, విశ్వకిరణ ప్రసార పరిశీలన వలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చిందంటే ఏమీ ఆశ్చర్యం లేదు. విశ్వ సించడానికి వీలులేనంత విపరీతమైనట్టి శక్తిగల ఈ అణువులు యెక్కడనుంచి వస్తున్నాయి ? ఎప్పుడు ఏలాగున ఉత్పత్తి అవుతున్నాయి ? అన్న ప్రధానమైన ప్రశ్నలకు సరియైన, సహేతుకమైన సమాధానం ఇంకా లభించనేలేదు. ఈ సందర్భంలో పది మంది పది విధాలుగా చేస్తున్న ఊహాగానాల్ని గురించి ప్రస్తావించడంవల్ల ఏమీ లాభం ఉండదు. అయితే ఇందుమూలంగా బయలుదేరిన సమస్యలు మానవ మేధకు పెద్ద సవాలు. వాటికి లభించే సమాధానం, విశ్వోత్పత్తి క్రమంతోబాటు, ప్రకృతి స్వరూప స్వభావాలను, పోకడలను అర్థం చేసుకోవడానికి తప్పక తోడ్పడగలవనడానికి ఎట్టి సందేహం అక్కరలేదు.

16. నక్షత్ర జగత్తు

వాతావరణం నిర్మలంగా ఉన్నప్పుడు తల పైకెత్తి చీకటి రాత్రుళ్ళలో ఆకాశంవైపు చూస్తే, అది మిణుకుమిణుకు మనే నక్షత్రాలతో నిండిఉన్నట్లుంటుంది. ఈ నక్షత్రాలలో కాంతిమంతమైనవి చాలా స్వల్ప సంఖ్యలోను, కొద్ది కాంతి గలవి మెక్కువగానూ, కనబడీ కనబడన ట్టుండేవి అధికాధికంగానూ ఉంటాయి. అయితే, ఆకాశంమధ్య అడ్డంగా వ్యాపించిఉండే కాంతివంతమైన పాలపుంత మిక్కిలి దర్శనీయంగా ఉంటుంది. కాని, అన్నిచోట్ల ఒకే విధంగా తేజోవంతంగా కనబడదు. కొన్నిచోట్లలో ప్రత్యేకంగా స్ఫుటంగా కనిపిస్తుంది. మరికొన్నిచోట్ల మ్లానంగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు: ధనూరాశి దగ్గర వున్న భాగం మంచి కాంతిమంతంగా కనబడుతుంది. ఉత్త కంటితో చూచిన దానికంటే మంచి దూరదర్శినితో చూస్తే ఆకాశంలో దాగియున్న అనేక నక్షత్రాలు యింకా ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ఉత్త కంటికి సర్వసాధారణంగా కనిపించనట్టి నక్షత్రమాలలూ, కేవలం కాంతి పరచినట్టుగా ఉండే నక్షత్రమేఘాలూ (నెబ్యులాలు) దూరానవున్న నక్షత్రాల సమూహంలా మరింత స్పష్టంగా గోచరిస్తాయి. శక్తిమంతములైన దూరదర్శినులను ఉపయోగించినకొద్దీ నక్షత్ర జగత్తు మనకు క్రమక్రమంగా మరింత బాగా కనబడుతుంది. ప్రపంచంలో ప్రఖ్యాతి కెక్కిన ఖగోళ వేధశాలల్లో వాడే పెద్ద పెద్ద దూరదర్శినులు, వాటి సహాయంతో తీసిన ఛాయాచిత్రాలూ మనకు ఖగోళపు అద్భుతాలను అవగాహన చేసుకోవడానికి తోడ్పడుతాయి. నేటి ఖగోళశాస్త్ర వ్యాసాలతోబాటు ప్రచురించిన ఆకాశభాగముల ఛాయాచిత్రముల నకళ్ళను చూస్తేనే చాలు, వాటిని తీసిన గొప్ప పరికరముల శక్తిసామర్థ్యము లెంతటివో తెలుస్తుంది.

నక్షత్ర జగత్తు నంతా పరిశీలించడమూ, దాని నిర్మాణమునూ, వ్యాప్తినీ పూర్వ చరిత్రనూ నిర్వచించడం ఖగోళశాస్త్రపు ప్రధాన లక్ష్యాలు. ఇందుకు సంబంధించిన యీ సమస్యలను పరిష్కరించడానికే ప్రపంచమందలి ముఖ్యమైన ఖగోళ వేధశాలలు, ప్రాచీన, అర్వాచీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు విశేషమైన శ్రద్ధాసక్తులతో కృషి

చేశారు. వారి కృషి ఫలితంగా ఖగోళశాస్త్ర విశేషాలూ, వాటికి యెన్నో వ్యాఖ్యానాలూ క్రమంగా మనకు లభించాయి. ఐతే ఇవే అంతిమ ప్రమాణంగా పరిగ్రాహ్యము కాక పోయినా, నమ్మతగినట్టి సందేహముల కెవమీయని ప్రత్యక్ష సాక్ష్యంమీద ఆధారపడి వున్న కారణంగా సుగ్రాహ్యములుగాను, పరిశోధనకు మార్గదర్శకంగానూ ఉన్నాయి. ఖగోళ శాస్త్రంలో సైతం ఇతర శాస్త్రాలలో వలె ప్రత్యక్ష పరిశీలన, క్లిష్టమైన గణితం, శాస్త్ర చర్చలూ చాలా ఉంటాయి. అయితే ఇందులో అధికభాగం కేవలం శాస్త్రనిపుణులకు మాత్రమే అర్థమవుతుంది. వారికే దాని విలువ తెలుసు. కాని ఖగోళ శాస్త్ర విజ్ఞానులు కనుగొన్న ప్రాథమిక సత్యాలూ, వాటికి సంబంధించిన వ్యాఖ్యలూ సామాన్యులకు అందుబాటులో లేనివి మాత్రం కావు.

నక్షత్ర జగత్తును గురించి బాగా తెలుకో గలగడం, ఖగోళవేధలో అనుసరించబడె విధానాలను గురించిన ప్రాథమిక పరిజ్ఞానంపై చాలా వరకు ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖగోళ విజ్ఞానాభివృద్ధి అంతా నక్షత్రముల ఉనికిని తెలియపరచే నక్షత్ర కాంతి పరిశీలనపై ఆధారపడి ఉంది. శాస్త్రం తెలియని వారికి కంటితో చూడడం, చూచి సంతోషించడం మాత్రమే ఖగోళ విజ్ఞాన మనిపించడం సహజం. ఈ సందర్భంలో ముప్పయి రెండేళ్ళనాడు కాలిఫోర్నియాలోని మౌంట్ విల్సన్ అబ్జర్వేటరీ (ఖగోళ వేధశాల)లో నేను గడపిన రెండు రాత్రులూ జ్ఞాపకం వస్తోంది. అప్పుడక్కడ ఏమి జరిగిందీ నాకు ఇంకా చక్కగా జ్ఞాపకం ఉంది. ఆనాడు వాతావరణం అంత అనుకూలమైన స్థితిలో లేకుండడం చేత అక్కడున్న పెద్ద దూరదర్శినులు సంతృప్తికరంగా పనిచేయలేకపోయాయి. ఆ రోజున అలా ఉండడం నా కబ్బిన గొప్ప అదృష్ట విశేషమనే నే ననుకున్నాను. అందువల్ల అక్కడి విశేషాలను చూచి ఆనందించడానికి వీలైంది. అరవై అంగుళములూ, నూరు అంగుళములూ, అడ్డకొలత కల రిఫ్లెక్టర్లు (ప్రతిఫలన అద్దములు) ఎంతటి విశేష శక్తి సామర్థ్యాలతో కాంతిని పరిగ్రహించి ప్రతిఫలింప చేస్తాయో తెలుసుకుని ఎంతో ఆనందించాను. మిక్కిలి ప్రకాశవంతమై, స్పష్టమైన రూపురేఖలు లేని ప్రాంతంగా మామూలు పరికరాలకు కనిపించే మృదశీర్షరాశిలోని పెద్ద నక్షత్రమేఘం అరవై అంగుళముల దానిలో రకరకాల రంగులతో మెరసిపోతూ ఆకాశమధ్యంలో అతికించిన పెద్ద వెలుగు పెళ్ళ వలె కనబడింది. ఈ నక్షత్రమేఘంలో ఉండె వాయువులనుంచి వెలువడే విచిత్ర కాంతులవలెనే ఇది ఇన్ని రంగులలో కనబడుతోంది.

ఖగోళ విజ్ఞానులు జరిపే శోధనలలో ప్రత్యక్ష పరిశీలనకు స్వల్ప ప్రాధాన్యం

మాత్రమే ఉంటుంది. అదైనా చాలాభాగం ఛాయాచిత్ర ఫలకం (ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) సహాయంతో జరుగుతుంది. పరిశీలించవలసిన నక్షత్రాలనుబట్టి సమయానికీ, సందర్భానికి సరిపోయిన కవాటాలను ఉపయోగించి వాటిని వలసినంతసేపు తెరచి ఉంచి కాంతిని కావలసినంతగా ప్రసారం కానిచ్చి ఆయా నక్షత్రాలకు సంబంధించిన వివరాలన్నీ ఒక ఛాయాచిత్ర ఫలకం (ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) మీద నమోదు చేస్తారు. మనకు మామూలుగా కనిపించే నక్షత్రముల దైనందిన చలనం లేకుండా పరిహరించి స్థిరమైన నక్షత్ర ప్రతిబింబాలు మాత్రమే నమోదయ్యేటట్లుగా ఈ ఛాయాచిత్ర ఫలకాన్ని అమర్చాలి. అసలా నక్షత్రాల దైనందిన చలనంతో సమానంగా తిరిగే పరికరాన్ని ఉపయోగించాలి. నేడు వాడుకలో ఉన్న దూరదర్శిని యంత్రాల బృహన్నిర్మాణాన్ని గమనించినట్లయితే బొమ్మ అలుక్కుపోకుండాను, పొడుగ్గా గీతలు సాగిపోయినట్లు ఉండకుండాను ఉండాలంటే, వాటిని త్రిప్పే యంత్రాలు ఎంత సున్నితంగా, ఎంత నిశితంగా ఉండాలో గ్రహించగలుగుతాం. ఛాయాచిత్రఫలకాన్ని ఉపయోగించడంవల్ల కలిగే గొప్ప సదుపాయం ఏమిటంటే కావలసినంతసేపు కవాటాన్ని తెరచి కాంతిని ప్రసరింపచేసి మామూలుగా చూస్తే కనబడని మ్లానమైన ఖగోళ దృశ్యాల ప్రతిబింబాలను సైతం స్పష్టంగా సంగ్రహించి సావకాశంగా పరిశీలించుకోవడానికి వీలుండడం. పైగా ఇందువల్ల అగాధమూ, అంధకార బంధురమూ అయిన అంతరిక్షపు లోతులను అన్వేషించడం సులభసాధ్య మవుతున్నది.

నక్షత్రముల చిత్రాల తోడ్పాటుతో సాపేక్షంగా వాటి ఉనికి ఖచ్చితంగా నిర్దేశించడానికీ వాటి కాంతి ప్రసార పరిమాణాన్ని నిర్ణయించడానికీ వీలుంది. కాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధ భాగాలను సంగ్రహించడానికి వీలుగా రూపొందించిన ఛాయాచిత్ర ఫలకాన్ని ఉపయోగించి నక్షత్రముల రంగులను కూడా నిర్ణయించవచ్చు. అంతే కాదు. నక్షత్రముల వర్ణచిత్రములను యథాతథంగా నమోదు చేయగలగడం, వాటి నుంచి వెలువడే కాంతి స్వరూప స్వభావాలను ఇంకా బాగా పరిశీలించవచ్చు అందుకని వర్ణపటదర్శినిని, దూరదర్శినికి ప్రత్యేకంగా విడిగా అమర్చడంగాని, లేదా వర్ణపట దర్శినిసహా దూరదర్శినిని నిర్మించడం గాని అవసరం. ఇట్టి యంత్రాలసాయంతో తీసిన నక్షత్రాల వర్ణపటములను పరిశీలించి చూడగా, అవి ఒకదానితో ఒకటి ఎంత మాత్రం పోలివుండవని తేలింది. అవి ఎంత వేర్వేరుగా ఉన్నాయంటే వాటిని పది ప్రత్యేక విధాలుగా వర్గీకరించవలసి వచ్చింది. నక్షత్ర వర్ణచిత్రములలోని వ్యత్యాసాలకూ, కంటికి గోచరించే వాని రంగులకూ స్పష్టమైన సంబంధం ఉంది. అయితే ఈ

వర్ణచిత్రాల పరిశీలనవలన దాని రంగును గురించికంటె, భౌతికమైన స్థితిగతులను గురించే ఎక్కువగా తెలుస్తుంది.

ప్రత్యక్ష పరిశీలనవల్ల లభించిన సమాచారం అనేక విధాలుగా ఉంది. ఇతర నక్షత్రాలతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాపేక్షంగా వ్యక్తమయ్యే ఒక నక్షత్రపు ఉనికి, లేదా స్థానం ఈ కోవలో మొదటిది. దాని రంగు, కాంతి సాంద్రత రెండవది మూడో విశేషం ఏమిటంటే దాని వర్ణచిత్రం ఏ వర్గానికి చెందినదీ ఆ వివరాలు. అయితే నక్షత్రాలకు సంబంధించిన ఈ వివరాలన్నీ ఇలాగే శాశ్వతంగా ఎట్టి మార్పులూ లేకుండా ఉంటాయని భావింపరాదు. సంవత్సరానికి ఒకసారి సూర్యుని చుట్టూ భూమి తిరగడంచేత, భూమిమీదనుండి మనం చూచినప్పుడు ఆయా నక్షత్రాల ఉనికిలో స్వల్ప స్థానచలనం కనబడవచ్చు. దీనిని 'పేరలెన్స్' అంటారు. అయితే ఇది మనకీ, నక్షత్రాలకీ మధ్య ఉండే దూరాన్నిబట్టి మారుతూ ఉంటుంది. దూరం తగ్గితే ఇది పెరిగి నట్టుంటుంది అనగా దూరానికీ, దీనికీ విలోమనిష్పత్తి నక్షత్రాన్ని మనం చూచే మార్గానికి అనగా దర్శనరేఖకు భిన్నమైన స్వతంత్ర చలనం ఆ నక్షత్రానికి ఉండవచ్చు. దీనివలన నక్షత్ర క్షేత్రంలో శాశ్వతమైన స్థానచలనం నక్షత్రానికి కలుగుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో దర్శనరేఖ వెంబడె దూరాన ఉండే కొన్ని నక్షత్రాలు చరించవచ్చు అయితే నక్షత్ర స్థానములను చూపే ఛాయా చిత్రములలో ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టలేకపోవచ్చుగాని, నక్షత్రపు వర్ణచిత్రంలో పరిస్ఫుటంగా కన బడే ప్రమాణ వర్ణరేఖలు ఎరుపురంగు వైపునకో, ఊదారంగువైపునకో కదలడం చేత కలిగే డాప్లర్ స్థాన చలనములను బట్టి ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టవచ్చు. కృత్రిమ, లేదా నైజ నక్షత్ర చలనాలతోపాటు వాటి కాంతిప్రసారంలోని తేడాలను గురించి కూడా మనం తెలుసుకోగలుగుతాము. ఇవి ఒక నిర్దీతక్రమంలో కానవచ్చేవైనా కావచ్చు లేదా అప్పుడప్పుడు సకృతుగా కనిపించేవైనా కావచ్చు. అనేక నక్షత్రము లతో కూడిన యుగళతారలు ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి నియమిత కాలంలో తిరుగుతూ, ఒకదాని కొకటి అడ్డము వచ్చినప్పుడు గాని నక్షత్ర రచనలోని పరిమాణములో మార్పు లను బట్టి స్వతఃసిద్ధంగా హెచ్చుతూ తగ్గుతూ స్పందించడం వలన గాని నిర్ణీతక్రమంలో కనబడే మార్పులు తేడాలు కలుగవచ్చు. మరొక విషయ మేమంటే నక్షత్ర వర్ణ చిత్రాలలోకూడా తేడాలుండవచ్చు. ముఖ్యంగా కొత్తగా పుట్టిన నక్షత్రాల వర్ణ చిత్రా లలో తేడాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. తరచు రూపురేఖలు మారుతూ ఉండే నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలోకూడా ఏవో కొన్ని స్వల్పమైన మార్పులు గోచరిస్తూ ఉంటాయి.

నక్షత్రముల ప్రాతిభాసిక కాంతికి, నిజమైన కాంతికి పరస్పర సంబంధం చాలా ఉంది. అవి రెండూ ఒకలాంటివి కావు. మనకూ, నక్షత్రానికీ ఉండే దూరం పెరిగినకొలదీ, దాని ప్రాతిభాసిక కాంతి తగుతుంది. భౌతికశాస్త్ర దృష్ట్యా ప్రాతిభాసిక కాంతికంటె నైజకాంతికే ప్రాధాన్యం ఎక్కువ.

నక్షత్రాలకు సంబంధించినంతవరకు వాటికి కొలవదగిన కోణవ్యాసం కలదా ? లేదా ? అన్నది చాలా ముఖ్యమైనది. మన కంటికి మామూలుగా తక్కువ కాంతి గల నక్షత్రముకంటే ఎక్కువ కాంతి గల నక్షత్రం పెద్దదిగా ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. కాని, అది మనలో కలిగే భ్రాంతి మాత్రమే. అలాగే ఛాయాచిత్ర ఫలకంమీద కనబడే ప్రకాశవంతములైన నక్షత్రముల ప్రతిబింబములు, మ్లానమైన వాటి ప్రతిబింబములకంటె పెద్దవిగా ఉన్నట్టు కనబడతాయి. కనుక దానివలెనే ఇదినాడా భ్రమ మాత్రమే. అయితే, దీనివల్ల కొంత ప్రయోజనం లేకపోలేదు. ఏమంటే ప్రాతిభాసిక కాంతి వర్గీకరణలో ఆ యా నక్షత్రములకు గల స్థానములను అంచనాకట్టి చూపడానికి వీలైన సులభమైన మార్గం యిది. నిజానికి ఒక్క సూర్యుని విషయంలో తప్ప, తక్కిన అన్ని నక్షత్రముల కోణపరిమితులు కొలతకు అందనంత చిన్నవి. అలాగే దూరదర్శిని తోడ్పాటువల్ల లభించే ప్రతిబింబముల పరిమాణమును బట్టి వెంటనే నిర్ణయించుటకు వీలులేనంత చిన్నవి. నిజానికి నక్షత్రముల కృత్రిమ కోణవ్యాసములను కొలవడానికై 'ఇంటర్ ఫెరా మీటర్' అనే పరికరాన్ని ఉపయోగించే ప్రత్యేక విధానం ఒకదానిని మికల్ సన్ రూపొందించాడు.

మృగశీర్ష నక్షత్రరాశికి చెందిన పెద్ద నక్షత్రం ఆర్ద్రా నక్షత్రం విషయంలో ఈ విధానం అనుసరించడంవల్ల సత్ఫలితాలే సమకూరాయి. అందువల్ల ఆర్ద్రా నక్షత్రపు కోణాత్మక వ్యాసం వృత్తభాగపు సెకండ్‌లో ఇరవ్యోవంతు ఉందని లెక్క తేలింది. ఆర్ద్రా నక్షత్రమునకుండ స్వల్పమైన పేరలాక్స్‌ను బట్టి తేల్చిన దూరంలో ఈ కోణాత్మక వ్యాసాన్ని చేర్చి లెక్కకట్టగా, దాని వ్యాసం యిరవైకోట్ల మైళ్ళని తేలింది.

ఒక సంవత్సరంలో నక్షత్రానికి కలిగే పేరలాక్స్‌ను కనుక్కోడంవల్ల దానికీ, మనకీ మధ్య వున్న దూరాన్ని ఖచ్చితంగా లెక్కించవచ్చు. నక్షత్రపు కోణపరిమాణం, దాని దూరం పెరిగినకొద్దీ తగ్గుతుంది. మిక్కిలి దూరాన్నున్న నక్షత్రాలకు యిది గమనార్హం కానంతగా తగ్గిపోతుంది. ఛాయాచిత్రాలు తీయగల బ్రహ్మాండమైన దూరదర్శిని యంత్రాలు కనిపెట్టిన అసంఖ్యాక నక్షత్రాలలో పోల్చినప్పుడు, గమనార్హ

మైనంతగా 'పేరలాక్స్' ఉన్న నక్షత్రాల సంఖ్య చాలా స్వల్పం. అతి దగ్గరగా వున్న నక్షత్రాలకు కూడా అతి స్వల్పమైన 'పేరలాక్స్' ఉండడం, ఎక్కువ దూరంగా ఉన్న వాటికి ఉపేక్షించ తగినంత తక్కువగా వుండడం బట్టి నక్షత్ర జగత్తు యెంత విశాలమైనదో తెలుసుకోవచ్చు. నక్షత్ర జగత్తులో అంచులవద్ద నున్న నక్షత్రము లను, నక్షత్ర సమూహములనూ కనీసం వాటి దూరభారములను నిర్ణయించగల ప్రత్యేక విధానాలు ఎన్నో రూపొందించబడ్డాయి. వీటిని గురించి మరొసారి ప్రస్తా వించదలచాను. నక్షత్రజగత్తు నిర్మాణాన్ని గురించి ప్రస్తుతం అమలులో ఉన్న భావా లను గురించి మాత్రమే ప్రస్తావించ దలచాను.

మన సూర్యుడూ ఒక నక్షత్రమే. కాని అట్టే పెద్దదీ కాదు. అంత ఎక్కువ ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. తన చుట్టూ ఉన్న ఇతర నక్షత్రాలతోనూ, శక్తిమంతములైన దూరదర్శినులచేత ప్రత్యేక నక్షత్రముల క్రింద సులువుగా విశ్లేషించబడిన పెక్కు నక్షత్ర సమూహములతోనూ కలిసి సూర్యుడు ఒక స్థానిక నక్షత్ర మండలంగా భాసిల్లుతున్నాడు. ఈ స్థానిక మండలమైనా పాలపుంత అని మనం వ్యవహరించే పెద్ద నక్షత్రవీధిలో ఒక భాగం మాత్రమే. పాలపుంత అనే ఈ నక్షత్రవీధి శంఖాకృతిలో ఉండే ఒక నక్షత్ర మేఘమనీ, దాని మధ్యను పెక్కు నక్షత్రాలు దట్టంగా ఏర్పడి తెల్లటి కాంతితో మెరుస్తూ ధనూరాశిలో ఒక భాగమనీ ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ నక్షత్ర వీధికి వెలుపల బహు దూరంలో అసంఖ్యాక నక్షత్ర వీధు లున్నాయి. శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సాయంతో తీసిన నభోమూర్తుల ఛాయాచిత్రాల పరిశీలనవల్ల ఈ నక్షత్రముల ఉనికి వెల్లడైంది. మన నక్షత్ర వీధికి వెలుపలగా ఉన్న ఈ నక్షత్ర వీధు లన్నింటిలోను సుప్రసిద్ధమైన 'ఎన్డ్రోమిడా' లోని నక్షత్ర మేఘం మాత్రమే ఉత్తకంటికి కనిపిస్తుంది. తగినంత శక్తిమంతమైన దూరదర్శినిలో నుంచి చూస్తే, ఈ నక్షత్ర మేఘపు లక్షణాలన్నీ స్పష్టమవుతాయి.

17. నక్షత్ర జగత్తు

సూర్యుడు కూడా ఒక నక్షత్ర మాత్రుడే. కాని భూమికి దగ్గరగా ఉండే నక్షత్రా లన్నింటి కంటె మరీ దగ్గరగా ఉండడం చేత వా టన్నింటి కంటె చాలా పెద్దదిగానూ, చాలా కాంతిమంతంగానూ ఉన్నట్టు కనిపిస్తాడు. దూరదర్శినిలో నుంచి సూర్యుణ్ణి చూస్తే మధ్యభాగం ఎక్కువ కాంతిగానూ, అంచులను సమీపించిన కొద్దీ తక్కువ కాంతిగానూ ఉండే ఒక గుండ్రటి బింబం కనిపిస్తుంది. ఇలా ప్రకాశించే సూర్యోపరితలాన్ని 'ఫోటో స్ఫియర్' అంటారు. నల్లటి మచ్చలు ఉంటూ ఉండడంచేత, దానిపై నునుపు తరచు పాడవుతూన్నట్టుంటుంది. అయితే అంచుల వద్ద మాత్రం 'ఫాక్యులే' అనబడే మిక్కిలి తేజోవంతమైన రేఖలు తరచు కనిపిస్తాయి. సూర్యునిమీది మచ్చలనూ, తేజోరేఖలనూ చాలా కాలంనుంచి వైజ్ఞానికులు పరిశీలిస్తూనే ఉన్నారు. ఈ పరిశీలనవలన ఇతర విషయములతో పాటు సూర్యుని భ్రమణ కాలం కూడా నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది.

మామూలు వర్ణపట దర్శిని కంతమీద సూర్యుని ప్రతిబింబింపబడేటట్టు చేస్తే, అవిచ్ఛిన్నంగా ప్రకాశవంతమైన వర్ణ చిత్రం కనబడుతుంది. ఈ వర్ణ చిత్రం అంతటా అడ్డంగా ఫ్రాన్ హాపర్ రేఖలు అనబడే నల్లటి గీతలు ఎన్నో ఉంటాయి. బింబమధ్యంనుంచి అంచువరకూ, అంచు దాటిన తరువాత అనేక కేంద్రాలనుంచి ప్రసరింపచేసిన సూర్యకాంతి వర్ణ చిత్రాలను జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే వాటి మధ్య ఎన్నో తేడా లున్నట్టు కనబడుతుంది. ఫోటోస్ఫియర్ కాంతి వర్ణ చిత్రం అవిచ్ఛిన్నమైనదనీ, పల్చటి ఆవిరి పొరలలోనుంచి దూరి రావడంచేత దాని కాంతి హరింపబడి నల్లటి ఫ్రాన్ హోపర్ రేఖలు ఏర్పడుతున్నాయనీ ఈ వర్ణచిత్రాల పరిశీలననుంచి గ్రహించగలుగుతాం. అసలు కాంతిని హరించి నల్లటి రేఖలను సృష్టించడం చేత ఆ ఆవిరి పొరలను రివర్సింగ్ లేయర్స్ అని వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు. దీనికి ఇంకా చాలా పైన 'క్రోమోస్ఫియర్' మండలం అనేది ఉంది. అది తేజోవంతమైన కాంతి రేఖలు కల వర్ణ చిత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. చంద్రబింబం చేత సూర్యబింబం

పూర్తిగా కప్పివేయబడినప్పుడు ఆ సంపూర్ణగ్రహణ సమయంలో లభించే కొద్ది నిమిషాల కాలం ఈ క్రోమోస్ఫియర్ వర్ణ చిత్ర విశేషాలను పరిశీలించడానికి అనుకూలమైన తరుణం. ఈ క్రోమో స్ఫియర్‌కు కొంచెం వెలుపలగా 'సోలార్ ప్రామినెన్స్' అని వ్యవహరించే మండలం ఉంది. దానికి ఇంకా వెలుపల సోలార్ కరోనా అనబడే సూర్యకిరీటం ఉంది. వీటిలో ప్రామినెన్సెస్ మండలం ప్రకాశమానంగానే ఉంటుంది. కాని కిరీటభాగం అంత ప్రకాశవంతంగా ఉండదు. సంపూర్ణ సూర్య గ్రహణ కాలంలో ఈ రెండు మండలాలను మామూలు కంటితో చూడవచ్చు. సాధారణ సమయాలలో కూడా 'స్పెక్ట్రో హీలియోగ్రాఫ్స్' అనే ప్రత్యేకమైన పరికరాన్ని ఉపయోగించి ప్రామినెన్సెస్‌కు త్వరిత కాలంలో ఛాయా చిత్రాలు తయారు చేశారు. ఎత్తయిన పర్వతాల మీదమండి సూర్యకిరీటం లేదా అధమం దాని అధో భాగాలనూ మామూలు రోజులలో కూడా ఛాయా చిత్రాలుగా తీశారు. ఈ విధంగా ఛాయా చిత్రాలను తీసేవిధానాలను రూపొందించిన ఘనత 'ల్యో' అనే ఫ్రెంచి ఖగోళ విజ్ఞాని.

సూర్యుని గురించీ, సూర్యగోళం చుట్టూఉన్న వాతావరణపు లక్షణాలను గురించీ జరిపే క్రమబద్ధమైన పరిశీలన అనేకవిధాల అసక్తిజనకమైనది. సూర్య ప్రసారపు తీవ్రత ప్రభావం మన భూమి వాతావరణ స్థితిపై విశేష ప్రాబల్యం కలిగి వుంటుంది. ప్రతి పదకొండేళ్ళకూ ఒకసారి సూర్యబింబంలోని మచ్చలలో కలిగే మార్పులను అనుసరించి మన భూమి వాతావరణంలో అనేక మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి అనడానికి కావలసినంత సాక్ష్యం వుంది.

మన భూమ్యుపరితలానికి మిక్కిలి ఎత్తుగాఉన్న వాతావరణములోని పైపొరలపై కూడా సూర్య ప్రసారానికి ప్రాబల్యం ఉంది. అందువలన రేడియో తరంగాలు భూమ్యుపరితలపు వంపుచుట్టూ తిరిగి వెళ్లేటట్టుగా ప్రసారం చేయడానికి వీలవుతుంది. భూమిపై నివసిస్తున్న మనకు ఇందువల్ల ఈ ప్రయోజనం నమకూరడమే కాక, ఖగోళ శాస్త్రదృష్ట్యా కూడా ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లేకపోలేదు. ఆకాశంలోని ప్రతి నక్షత్రపు స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా అవగాహన చేసుకోడానికి అవి మనకు తోడ్పడుతున్నాయి. విశ్వాంతరాళంలో బహు దూరానఉన్న మనకు నక్షత్రాలు సూది మొనలంత కాంతి బిందువులుగా కనిపిస్తాయి. ఈ పరిస్థితులలో మనం చేయగలిగింది నక్షత్రపు కాంతినంతనూ కలిపి ఏకంగా పరిశీలించడమే. ఇంక సూర్యుని విషయంలో మాత్రం అలా కాకుండా బింబంలోని ప్రతీ సూక్ష్మభాగం యొక్క వర్ణచిత్రాన్నీ తీసి

పరిశీలించవచ్చు. అట్టి విపుల పరిశీలనవలన గొప్ప ఫలితాలు చేకూరాయి. అద్భుత విశేషా లెన్నో తెలిశాయి. ఈ సందర్భంలో ఒక్క విషయం గురించి మాత్రమే ఇక్కడ చెపుతాను. అదేమిటంటే భూమి అయస్కాంత క్షేత్రంకంటె కొన్నివేల రెట్లు శక్తిగల అయస్కాంత క్షేత్రాలు సూర్యుని మచ్చల లోపల ఉన్నాయని జార్జి ఇ. హేల్ కనిపెట్టాడు. వర్ణపటదర్శిని నుంచి చూచినదానిని బట్టి ఈ అయస్కాంత క్షేత్రా లున్నాయనే సంగతి స్పష్టమైంది. సూర్యుని మచ్చలలోపల విశేష శక్తివంతము లైన విద్యుత్ప్రవాహాలు కాని, వానితో సమానమైనవి కాని కొన్ని ఉన్నాయని భావించడంవల్లనే ఈ అయస్కాంత క్షేత్రాల ఉనికిని సమర్థించడానికి వీ లవుతుంది.

సూర్యుని వద్దనుండి మనకు చేరే ప్రసార మంతటివల్లనూ సూర్యుని వర్ణ చిత్రములో వివిధ భాగములలోని శక్తిని వివరముగా పరీక్షించడం వల్లనూ సూర్యో పరితలపు ఉష్ణోగ్రతను అంచనా కట్టవచ్చు. మిక్కిలి శక్తిమంతములైన విద్యుచ్ఛక్తి కొలుములలో కూడా లభించనంతటి వేడిమి, అనగా సుమారు 6000 సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రత సూర్యోపరితలానికి కలదని తేలింది. నిజానికి ఈ వేడి ఎక్కువే అయినప్పటికీ ఖగోళ శాస్త్రదృష్ట్యా మిక్కిలి అసాధారణమైన దేమీ కాదు. ఇది సూర్యోపరితలపు వేడి మాత్రమే. సూర్యగోళము లోపలికి వెళ్ళినకొలదీ ఈ ఉష్ణోగ్రత విపరీతంగా పెరుగుతుందని నమ్మడానికి తగు కారణా లున్నాయి. అయితే సూర్యుని లోను, నక్షత్రములలోను ఉండే ఉష్ణోగ్రతను లెక్కకట్టడానికి ఖగోళ భౌతిక విజ్ఞానులు ఎలా ప్రయత్నించారో వివరించడానికి ఇక్కడ సావకాశం చాలదు. పైగా నిగూఢమైన భౌతికశాస్త్ర విశేషాలను గురించి చాలా దూరం చెప్పవలసి వస్తుంది కూడాను అ ఉష్ణోగ్రత అనేక లక్షల సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ప్రమాణంలో ఉంటుంది. ఇంతంత పెద్ద సంఖ్యాప్రమాణాలను గురించి ప్రస్తావించినప్పుడు చప్పున నమ్మడం కష్టం. అయితే నక్షత్రాల లోపలిభాగముల ఉష్ణోగ్రతలను కనిపెట్టడానికిగాని, నిర్ణయించ డానికి గాని ప్రత్యక్ష మార్గాలు లేనే లేవు కాని ఋజువైన భౌతిక సూత్రాల మీదనూ, జాగ్రత్తగా జరిపిన గణితశాస్త్ర పరిశోధనల మీదనూ, ఆధారపడి లెక్కకట్టి నిర్ణయించినవి కావడంచేత అవి నిజమనే నమ్మవలసి ఉంది.

సూర్యుని వర్ణ చిత్రాన్ని, ఆకాశంలోని వివిధ నక్షత్రముల వర్ణచిత్రములతో పోల్చి చూడడంవల్ల ప్రయోజనకరమైన ఫలితాలు లభిస్తున్నాయి; నిజానికి ఈ నక్ష త్రముల వర్ణ చిత్రాలు ఒకదానికొకటి ఎంతమాత్రం పోలివుండవని ఇదివరకే చెప్పాను. ఇవి పది విధాలుగా వర్గీకరించబడి ఉన్నాయనీ, ఇవి పరస్పరం భిన్నంగా

ఉంటాయనీ కూడా తెలుసుకున్నాం. మన సూర్యుని వర్ణపటం కొన్ని వేల నల్లటి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలతో ఉండే పసుపు పచ్చని రంగుగల నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రములను పోలివుంటుంది. నీలి రంగు నక్షత్రాల వర్ణ చిత్రాలు వీటికంటే బహుసరళంగా ఉంటాయి. ఈ నీలి నక్షత్రాలలో వాతావరణం ఉదజని, హీలియముల శోషణ రేఖలు వాని వర్ణచిత్రంలో స్పష్టంగా గోచరించడానికి తగినట్లుగా ఉంటుంది. గాని సూర్యుని వర్ణచిత్రంలో ఎక్కువ స్ఫుటంగా కనబడే బరువైన మూలద్రవ్యముల తాలూకు రేఖలు మాత్రం ఈ నక్షత్రాల వర్ణ చిత్రాలలో అంతగా కనబడవు. నక్షత్ర వర్ణ చిత్రములను వర్గీకరించడానికి ప్రాతిపదికలైన లక్షణాలు ప్రత్యేకమైనవి. వీటినిబట్టి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా అనుసరించి వచ్చే సోపాన పరంపరవలె నక్షత్రముల పరిణామం నిర్ణీతక్రమంలో జరిగిందని మనం భావించవలసి ఉంది.

సూర్యుని నుంచి విపరీతంగా ఉష్ణప్రసారం జరుగుతూ వుంటుందని, భారత దేశంలో నివసిస్తున్న మనకు ఎవ్వరూ ప్రత్యేకించి చెప్పనవసరం లేదు. నిజానికి జగత్తులో ఉండే అసంఖ్యాకములైన నక్షత్రముల కంటె సూర్యగోళం ఎంత మాత్రం పెద్దదీ కాదు, ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. అయినప్పటికి ఈ మహాశక్తి ప్రవాహం ఎక్కడినుంచి వస్తుందని మనం సహజంగా ఆశ్చర్యపడుతుంటాము. మనకు తెలిసినంతవరకు చరిత్ర ప్రారంభమునుంచి నేటివరకూ సూర్యుని నుండి ప్రసరించే ఉష్ణశక్తిలో గమనార్హమైన తేడాలు ఎన్నడూ సంభవింపలేదు. నాటినుంచి నేటివరకు సూర్యుని నుండి ప్రసరించిన శక్తి మొత్తాన్ని రమారమిగా సరిగా లెక్కకట్టవచ్చు. ఇందుకు కారణాలను పందొమ్మిదో శతాబ్దము నాటి భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాల రీత్యా అన్వేషించ బూనుకున్నప్పుడు విరుద్ధపర్యవసానాలను ఎదుర్కొనక తప్పదు. సూర్యుని లోపల ఉన్న మూలద్రవ్యములలో జరిగే తత్వాంతరీకరణవల్ల అతి ప్రధానమైన రసాయినిక మార్పు లేర్పడుతున్నాయని, అందువల్లనే సూర్యుని నుండీ, నక్షత్రాలనుండీ, అపారమైన శక్తి ఉత్పత్తిల్లి ప్రసారమవుతున్నదనీ భావించబడుతున్నది. అయితే ఈ తత్వాంతరీకరణ ఎలా జరుగుతోంది. దీని లక్షణా లేమిటి? దీని స్వరూప స్వభావా లేమిటి? అనే విషయాలపై అనేక వాదోపవాదాలు బయలుదేరాయి. ఇవన్నీ కూడా ఇందాక చెప్పిన నక్షత్ర పరిణామ క్రమమునకు సమన్వయింప బడినవి. ఈ విషయమై ఇంతకుమించి ఏమి చెప్పినా వాదోపవాదాల కొంపిలో కూరుకు పోవలసి వస్తుంది.

మన భూమికి యెంతో దూరాన శంఖాకృతిలో వుండే నక్షత్ర మేఘాలకూ,

మనకూ వుండే దూరాలూ, వానిలో ఒకదానికీ, ఇంకో దానికీ మధ్య వుండే దూరాలూ క్రమంగా హెచ్చుతున్నట్టు కనపడుతుంది. నవీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్న అద్భుత విశేషాలలో ఇది ఒకటి. ఈ శంఖాకృతి గల నక్షత్ర మేఘాలు అసంఖ్యాకంగా వున్నాయని శక్తిమంతమైన దూరదర్శినీ యంత్రాలు వెల్లడి చేశాయి. ఛాయా చిత్ర ఫలకలమీద వాటి ప్రతిబింబాలను నమోదు చేయగలిగిన మిక్కిలి శక్తిమంతమైన పరికరాలు వలసినంత సేపు వలసినంతగా, కవాటాలను తెరచి ఉంచగలిగిన యంత్రాలు నిర్మించబడ్డాయి. కొంచెం కష్టమే అయినా, వాని వర్ణచిత్రాలను యథాతథంగా సంగ్రహించగల యంత్రాలు కూడా నిర్మితమయ్యాయి. కాని మౌంట్ విల్సన్‌లోని 100 అంగుళాల దూరదర్శిని యీ ఘనకార్యాన్ని సాధించ గలిగింది. నక్షత్ర మేఘాలకు వుండే స్వల్పకాంతి సాంద్రతను బట్టి వాటి దూరాన్ని యించుమించుగా అంచనా కట్టవచ్చు. నక్షత్ర మేఘాలను బాగుగా పరిశీలించి కట్టిన ఈ అంచనాలు సహజంగా సరిగానే ఉంటాయని నమ్మవచ్చు. నక్షత్ర మేఘాలకూ, మనకూ వుండే దూరం పెరిగినకొలదీ అవి అమిత వేగంతో మననుంచి దూరంగా తొలగిపోతూ ఉంటున్నాయని యీ పరిశీలనవలన తేలింది. వర్ణచిత్రములో కానవచ్చే స్ఫుటమైన శోషణరేఖలు ఎరుపురంగు వైపు జరగడాన్నిబట్టి మననుంచి దూరంగా పోయే నక్షత్ర మేఘాల వేగం సూచితమవుతూ ఉంటుంది. మనకు బాగా దగ్గరగా ఉన్న నక్షత్ర మేఘాల వేగాలు సెకనుకు కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటాయి. దూరానికి వెళ్ళినకొద్దీ ఈ వేగం సెకనుకు కొన్ని వేల కిలోమీటర్లవరకూ పెరుగుతుంది. అతి మ్లానంగా కనబడుతూ నక్షత్ర జగత్తుయొక్క అంచులలో ఉండే నక్షత్ర మేఘాల వేగం మనం చప్పున నమ్మజాలనంతగా సెకనుకు పదివేల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటుంది.

ఇలా అద్భుతంగా కనబడే విషయాలను గురించిన కార్యకారణ చర్చ చాలా ఉంది. సాపేక్షవాదపు మూల సూత్రములకూ, వీటికీ ముడిపెట్టడానికి చాలా ప్రయత్నాలు జరిగాయి. వర్ణ చిత్రాలలోని రేఖలయొక్క స్థాన చలనంవల్ల నక్షత్ర మేఘాలు మననుంచి పారిపోతున్నట్టు సూచించే వేగాలు వాస్తవమైనవనే భావాన్ని చాలా మంది విజ్ఞానులు ఆమోదించినట్లు కనబడుతుంది. అందుచేత నక్షత్ర జగత్తు యావత్తూ మిక్కిలి వేగంగా విస్తరిల్లుతున్నదనికూడా చాలా మంది మనస్ఫూర్తిగా నమ్ముతున్నారు. అయితే నక్షత్ర మేఘాల వర్ణ చిత్రంలో ఎరుపు రంగుకేసి జరుగతున్నట్టు కనబడే రేఖల చలనాన్ని మరియొక విధంగా సమర్థించడానికికూడా కొంత

మంది విజ్ఞానులు ప్రయత్నిస్తున్నారు. విపరీతమైన దూరాన్నుంచి రావడంలో పౌనఃపౌన్యాన్ని మార్చే కొత్త లక్షణమేదో కాంతికి ఉండడంవల్లనే ఈ రేఖా చలనం కలుగుతుందని వారి నమ్మకం. | మిక్కిలి వివాదాస్పదమైన ఈ విషయాలను గురించి నా స్వంత అభిప్రాయం చెప్పకుండా ఉండడమే మంచిది.

18. భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం

యాభై సంవత్సరాల క్రితం గతించిన ఒక గొప్ప భౌతిక శాస్త్రవేత్తను ఎవరినైనా ఒకరిని పునరుజ్జీవితుని చేసి నవీన భౌతిక విజ్ఞాన చర్చలలో పాల్గొన వలసిందిగా ఆహ్వానిస్తే అందులో మాట్లాడే వారంతా, అర్థం పర్థంలేని ప్రసంగాలు చేస్తున్నారని ఆయన తప్పక భావించగలడు. 'కేంద్రకములు' 'ఐసోటోపు'లు 'క్వాంటా' 'ఫోటాన్స్' 'ప్రోటాన్స్', 'న్యూట్రాన్స్' 'ఎలెక్ట్రాన్స్' 'పాజిట్రాన్స్' 'మీజాన్స్' మొదలైన కొత్త మాటలను ఇదివరకు ఎన్నడూ విననివాటిని ఎన్నింటినో అందులో పాల్గొంటున్న ప్రతివారూ వాడుతూండడం వింటాడు. ఈ మాటలకు అర్థం ఏమిటండీ అని ప్రక్కనున్న సభ్యులలో ఎవరినైనా అడిగితే జవాబుగా నిరుత్సాహం కలిగించేటట్టుగా చిన్ననవ్వు నవ్వుతాడు. లేదా మళ్ళీ బడికి వెళ్ళి నేర్చుకు రావయ్యా, అని మందలించనైనా మందలిస్తాడు. అయితే ప్రసక్తాను ప్రసక్తంగా యథాలాపంగా ఆ కాలం వారికి సుపరిచితాలైన న్యూటన్ సిద్ధాంతాల ప్రస్తావన వచ్చినప్పుడు మాత్రం ఆయన మనస్సు కొంత కుదుట పడవచ్చు. అలాగే వెలుతురును గురించి మేక్స్వెల్ ప్రతిపాదించిన విద్యుదయస్కాంత వాదం గురించి అంతగా తరచుగా ప్రస్తావించక పోయినప్పటికీ త్రోసివేయబడ లేదని తెలిసికొన్నప్పుడు కూడా కొంచెం సంతోషించి ఉంటాడు. పరమాణు కేంద్రక, విదళనాన్ని గురించి, మీజాను విచ్ఛిన్నం కావడం గురించి, విశ్వకిరణముల జల్లులను గురించి, బరువైన ద్రవ్యకణాలను గురించి, బర్క్లే సైక్లోట్రాను గురించీ, రేడియో ధార్మిక శక్తులు కల ఐసొటోపులు గురించి తరచుగా ప్రసంగిస్తూండడం విని, సాంకేతిక పరిభాష తెలియక పోవడంవల్ల అదంతా రసహీనమైన గందరగోళపు చర్చగా భావించు కుంటాడు.

గడచిన పదేండ్లలోను, కలిగిన బ్రహ్మాండమైన మార్పుల స్వభావాన్ని నచ్చ చెప్పడానికే నవీన భౌతిక శాస్త్రానికి సంబంధించిన ఈ సమగ్ర ప్రస్తావన అంతాను. ఈ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానంలో చాలా భాగం ప్రయోగ మూలంగా లభించిన నూతన

విజ్ఞానం మీదను, నూతన సిద్ధాంతాల మీదను ఆధారపడి వుంది. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దంలోని భౌతిక శాస్త్రం అంతరించి పోలేదుకాని, నవ్యభౌతిక విజ్ఞానులు విశ్వ రచనా రహస్యాలను తెలుసుకోవడానికి సాగిసున్న తర్జన భర్జన ఫలితంగా ఆవిర్భ వించిన నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన సౌధపు క్రీనీడలో కనబడకుండా పోయింది, అంతే. ఈ భిన్న దృక్పథాల మధ్య జరిగే సంఘర్షణచే భౌతిక శాస్త్రములోనూ, రసాయన శాస్త్రంలోనూ, జీవ శాస్త్రంలోనూ నూతన ప్రాతిపదికలుగా రూపొందాయి. వీటన్నిం టిని సమన్వయించి వీలైనంత సమగ్రమూ, సంక్షిప్తమూ అయిన సూత్రములుగా నిబంధించి భవిష్యత్తులో ఆ యా తత్త్వముల ప్రవర్తనను సూచించగలగడమే గణిత భౌతిక విజ్ఞాని పని. ఇంక విభిన్న పరిస్థితులలో ఆ యా తత్త్వముల ప్రవర్తనను పరిశీలించి గణితవేత్త సూచించిన సూత్రములను ఋజువు చేయడం, కొత్త కొత్త సూత్రములను చేతనైతే కనిపెట్టడము ప్రయోగ కుశలురైన భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల పని. ఇప్పుడీ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం ప్రతిభాశాలురైన పండితులు సైతం సంపూర్ణంగా అర్థం చేసుకోవడానికి వ్యవధిచాలనంత విశేషవేగంతో విపరీతంగా అభి వృద్ధి చెందుతోంది. ఈ అభివృద్ధిని వారు బహుకష్టంమీద స్థూలంగా మాత్రమే తెలుసుకోగలుగుతున్నారు. ఏదో ఒకనాడు ఇంతకంటె చక్కగా దీనినంతా తెలుసుకో గలిగేటంత వరకూ జీవించగలమని ఆశిస్తున్నారు.

ఈ పరిస్థితులలో ముందు రాబోయే విషయాలను గురించి చెప్పండి అని ఆహ్వానించబడడం చాలా బాధాకరమైన గౌరవం. అయితే భౌతిక విజ్ఞానం కేవలం అను భవం మీదనే ఆధారపడిన శాస్త్రం కాదుకనుక అంతమరీ అన్యాయం కాదు. ప్రకృతి పోకడలను తేటపరచడానికై క్రమపద్ధతిని సహేతుకమైన ధోరణిలో వినియుక్తమవు తున్న గణిత సిద్ధాంత సముదాయమే భౌతిక విజ్ఞానమని నిర్వచింపవచ్చు. అందుచేత ప్రయోగ మూలకంగా ప్రత్యక్షంగా చూడకముందే గణితశాస్త్ర పంథాలో హేతువాదం ఉపయోగించి ప్రకృతిలోని పోకడలను గురించి ముందుగానే జోస్యం చెప్పడానికి వీలైనట్టిది ఈ శాస్త్రం. ప్రయోగశాలలో నిరూపించబడడానికి పూర్వమే ఇందలి ప్రధాన సూత్రాలన్నిటినీ భౌతిక - గణిత శాస్త్ర హేతువాదములతో ముందుగానే కనిపెట్టగలగడం నవ్యభౌతిక విజ్ఞానపు ప్రధాన లక్ష్యాలలో ఒకటి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ : ఎలెక్ట్రానూ, మీజానూ తరంగాలవలె ప్రవర్తిస్తాయని, డి. బ్రాగ్లే చెప్పిన జోస్యం, ఆ తరువాత కొంతకాలానికి ప్రయోగ మూలకంగా, నిస్సందేహంగా ఋజువు కావడం. ఇందుకు మరొక మంచి ఉదాహరణ : సుమారు ప్రోటానుకున్నంతబరువు

కలిగి, ప్రోటాను కుండే విద్యుదావేశముకంటె కొన్నిరెట్లు విద్యుదావేశముగల వివిధము లైన నూతన ద్రవ్యాణువులు ఉంటాయని డాక్టర్ హెచ్. జె. భాభా ప్రకటించిన సంగతి (ఇటీవల ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్ ప్రచురించిన వైజ్ఞానిక వ్యాస పరంపరలో ఆయన సూచించిన సంగతులు త్వరలోనే ప్రయోగమూలకంగా ఋజువు కాగలవని నేను విశ్వసిస్తున్నాను.)

ద్రవ్యరచనా రహస్యాన్ని పూర్తిగా అవగాహన చేసుకొనే తలంపుతో నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం త్వరితగతిని పురోగమిస్తున్నది. అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణు వులతో మనకు తెలిసిన మూలద్రవ్యాలను ఢీకొట్టించి, నూతన రసాయన పరమాణు జాతులను రూపొందించడం ద్వారా ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరములలో విశేషమైన అభివృద్ధి పొడచూపింది ఈ అభివృద్ధి పరంపరకు కారణభూతమైంది కాలిఫోర్నియా లోని బెర్క్‌లే విశ్వవిద్యాలయంలో ఆచార్యపీఠం అధిష్ఠించిన ఇ. ఒ లారెన్స్ నిర్మించిన సైక్లోట్రాన్‌యంత్రం. దీనితో ప్రొఫెసర్ లారెన్స్ ఆయన సహచరులు సాధించిన ఫలితాలు చూసి ప్రపంచంలోని ప్రముఖ ప్రయోగశాలల్లో చాలావాటిలో సైక్లోట్రాన్ యంత్రాలు ప్రతిష్ఠించబడ్డాయి. ప్రస్తుతానికి కేంబ్రిడ్జిలోని కెవెండిష్ ప్రయోగశాలలో ప్రతిష్ఠించబడిన ఒక సైక్లోట్రాన్ యంత్రంసాయంతో డాక్టర్ ఆర్. యన్. కృష్ణన్ అనే భారతీయ విజ్ఞాని అనేక సత్ఫలితాలను సాధించగలిగాడు. ఇతోధికంగా శక్తిమంతమైన కొత్తరకం సైక్లోట్రాన్ యంత్రాన్ని నిర్మించడానికై రాక్‌ఫెల్లర్ ధర్మనిధి వారు ప్రొఫెసర్ లారెన్స్‌కి పది లక్షల డాలర్లు విరాళం ఇచ్చి నట్లు విన్నాం. ఈ నూతన యంత్రం తోడ్పాటుతో ఇంతవరకు దురవగాహంగా ఉన్న పరమాణు రచనా రహస్యం అచిరకాలంలోనే తేటతెల్లం కాగలదని ఆశించవచ్చు. గడచిన రెండు దశాబ్దాలలోనూ పరమాణువు ఉపరితలానికి చెందిన విద్యుత్సంబంధ మైన నిర్మాణ రహస్యాలను భౌతికశాస్త్రం విడమరచి చూపించింది అలాగే రానున్న పది సంవత్సరాలలోను పరమాణువు రాసాయనిక చిహ్నమును నిర్ణయించే కేంద్రకము అంతరాంతరాలలో దాగిఉన్న రహస్యాలను పైకి తీసి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం మనకు అందించగలదనడానికి ఎట్టిసందేహం అక్కరలేదు.

పరమాణు కేంద్రకముల గురించి ఈనాడు మనకు తెలిసిన దానినిబట్టి విశ్వ రచనా రహస్యాలు చాలావరకు అవగాహన మవుతున్నాయి. ఆకాశంలో మిణుకు మిణుకు మనే అసంఖ్యాక తారకలనే బ్రహ్మాండమైన కొలిముల లో నిరంతరం మూలద్రవ్యాల తత్వాంతరీకరణం జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ తత్వాంతరీకరణం వల్లనే

నక్షత్రముల శక్తి అపారంగా వెలువడుతున్నదని ఇదివరకే గుర్తించబడింది. అందుచేత ద్రవ్యరచనా రహస్యాన్ని గురించి మనకు కొత్త సంగతులు తెలిసేకొలది నక్షత్ర జగత్తుయొక్క భూతభవిష్య ద్వర్తమానాల గురించి కూడా పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని విశ్వసించవచ్చు.

వచ్చే పది సంవత్సరాలలోను నవ్యభౌతిక విజ్ఞాన విధానాలు, సిద్ధాంతాల ప్రభావం రసాయన, జీవ శాస్త్రముల మీద విశేషంగా కనబడగలదని నిర్భయంగా జోస్యం చెప్పవచ్చు. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దమునాటి భౌతికశాస్త్రం రసాయన ప్రక్రియలకు తగిన ఉపపత్తిని చెప్పగలిగేటంత శక్తివంతమైనది కాదు. ఈ లోటును నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం తీర్చింది. అందుకనే కనీసం సిద్ధాంత సంబంధంగా నైనా నేటి రసాయనశాస్త్రం, గణిత భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా నెమ్మది నెమ్మదిగా పరిణతి చెందుతున్నది. కేవలం నిత్యజీవిత వ్యవహారాలకు పనికి వచ్చేదిగా ప్రసిద్ధి చెందిన రసాయనశాస్త్రం నిజమైన శాస్త్ర జ్ఞాన శాఖగా రూపొందడంవల్ల మనకు తప్పకుండా మేలు చేకూరగలదు. అలాగే భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలకూ తన ప్రత్యేక వ్యాసంగానికీ, సన్నిహిత సంబంధం కలదన్న సంగతిని జీవ శాస్త్రజ్ఞుడు గుర్తిస్తూనే ఉన్నాడు.

పైగా, భౌతిక, రసాయన శాస్త్రవిధానాలనూ, పరికరాలనూ జీవశాస్త్రజ్ఞులు తరచుగా ఉపయోగించుకుంటూనే ఉన్నారు. జీవశాస్త్రం సైతం ద్రవ్యలక్షణాలను వివరించే ప్రధాన శాస్త్రాలకు దగ్గర దగ్గరగా వస్తూందని చెప్పడానికి స్పష్టమైన సూచనలున్నాయి. రాబోయే పదేండ్లలోనూ జీవ రహస్యమును పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని ఆశించలేకపోయినా దానికి గల భౌతిక రసాయనిక ప్రాతిపదికలను గురించి అయినా ఇతోధికంగా తెలుసుకోగలమని ఆశించవచ్చు.

19. శాస్త్ర దృష్టి

శాస్త్ర మూలముతైన విషయాలనూ, సూత్రాలనూ కనిపెట్టిన ప్రముఖుల పేర్లను ఆ యా శాస్త్ర శాఖలతో చేర్చి చెప్పడం పరిపాటి. ఇది నిజానికి చాలా మంచి అలవాటే. ఇందువల్ల శాస్త్ర పరిభాషను క్లుప్తపరచి స్పష్టంగా. అర్థవంతంగా ఉండే టట్లు రూపొందించడానికి వీలవుతుంది. పైగా ఏదైనా ఒక వైజ్ఞానిక సత్యాన్ని శ్రమ పడి కనుగొన్న ప్రముఖ శాస్త్రజ్ఞుల నామధేయాలను జ్ఞాపకముంచుకోడానికి కూడా ఈ అలవాటు పనికి వస్తుంది. అంతేకాదు. ఆ యా శాస్త్ర శాఖలను అభ్యసించే విద్యార్థికి అందరి నాయకుల పేర్లతో ముందుగానే పరిచయమవుతుంది. శాస్త్రా భ్యాసంలో ఈ రీతిగా లభించే మేధావుల పరిచయం అమూల్యమైంది. ఇందువల్ల నవ నవోన్మేషమైన ఉత్సాహ ప్రభుశక్తుల ఫలితంగా నిరంతరం, నిరంతరాయంగా విజ్ఞా నాభివృద్ధి జరుగుతుంటుందనే విషయంకూడా బాగా తెలుస్తుంది.

శాస్త్రములోని ప్రత్యేక శాఖల చరిత్రనూ, వాని అభివృద్ధికి తోడ్పడిన మేధా వుల జీవిత చరిత్రలనూ అభ్యసించడం, విజ్ఞానం లక్ష్య లక్షణాలను సరిగా పూర్తిగా గ్రహించడానికి చాలా అవసరం. మామూలుగా సంప్రదాయానుసారం వ్రాసిన పాండిత్య ప్రకర్ష గలిగిన శాస్త్రీయ గ్రంథాలను వ్యాసాలను పఠించడం కంటె ఇవి చదవడం మూలాన ఎంతో ప్రోత్సాహం లభిస్తుంది. విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్రా, వైజ్ఞానికుల జీవిత చరిత్రమూ, శాస్త్రోపాధ్యాయునికి అమూల్య భండారాలు. తన తర గతిలో విద్యార్థులకు విషయంపై ఏ మాత్రం కొంచెంగానైనా శ్రద్ధ తగ్గుతున్నట్లు తోచి నప్పుడల్లా, చెప్పే విషయానికి సంబంధించిన ఒక గొప్ప సంగతిని గురించిన గాథను చెప్పడంవల్లగాని, లేక ఆ శాస్త్రశాఖలో అమోఘ కృషి సాగించి కృత కృత్యుడైన ప్రఖ్యాత పరిశోధకుని గురించిన ఒక ముచ్చటను జ్ఞాపకం చేయడంవల్ల గాని ఉపాధ్యాయుడు వారిని తప్పక ఉత్సాహపరచి, వారి మనస్సు మళ్ళీ విషయంపై లగ్నం అయ్యేటట్లు చేయగలడు. ఈ ప్రకారం చెప్పడంవల్ల విజ్ఞానం ఎలా వికసిం

చిందో, సహేతుకమైన నిశితదృష్టి విజ్ఞానాభివృద్ధికి యెలా ప్రధానమో విద్యార్థికి తెలిసేటట్టు అధ్యాపకుడు వివరించ గలుగుతాడు.

వైజ్ఞానిక విశేషాలను కనిపెట్టడ మంటే ఏమిటి? అది యెలా సాధ్యం? అనే ప్రశ్నలు శాశ్వత మైనవి. తరచుగా అనేకమంది అడుగుతూ ఉంటారు కూడా. కాని వీటికి అనేకమంది అనేక విధాల జవాబు లిచ్చారు. సాధారణంగా వైజ్ఞానికులు కనిపెట్టేది ఒక కొత్త విషయమో, లేదా భావమో అయి ఉంటుంది. అయితే, సహేతుకంగా వివరించబడని కొత్త విషయం ఏదీ కూడా విజ్ఞానాభివృద్ధికి ఏ విధం గానూ ప్రయోజనకారి కాదు. అలాగే ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాధారాలతో ఋజువు కానట్టి కొత్త భావం కూడా నిరుపయోగమైందే. అందుచేత కొత్తగా కనిపెట్టిన విషయం ఏదైనప్పటికీ విజ్ఞాన వికాసానికి దోహదకారి కావాలంటే దానికి సిద్ధాంతబలమూ, ప్రయోగ బలమూ కూడా ఉండాలి. పైగా యీ రెండింటిలో ఏది ముఖ్యం అంటే అది ఆయా ప్రత్యేక పరిస్థితులమీద విశేషంగా ఆధారపడి ఉంటుంది అప్పుడే వాటినిబట్టి యిది ప్రయోగప్రధాన మైనదని, ఇది సిద్ధాంత ప్రధాన మైనదనీ నిర్ణయించ వచ్చు. ఇందు కొక ఉదాహరణ చెబుతాను: రాన్జన్ ఎక్స్-కిరణాలను కనిపెట్టడం స్పష్టంగా ప్రయోగమూల మైనది. ఇంక ప్లాంక్ కనిపెట్టి, నిర్వచించిన 'క్వాంటమ్ ఆఫ్ యాక్షన్' ఎక్స్-కిరణా లంత ముఖ్యమైనదే అయినా, సిద్ధాంత ప్రధాన మైనది. ఆ యా విషయాలను వైజ్ఞానికులు కనుగొన్న విధానం, అందుకు వారికి కావలసిన మానసిక ప్రవృత్తి, యీ రెండు సందర్భాలలోనూ పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నాయి. ప్రయోగ కుశలురైన వారికీ, సిద్ధాంత నిపుణులకూ మానసిక ప్రవృత్తిలో ఉండే తేడాలు గణిత విజ్ఞానంలో బాగా కనబడ్డాయి. కేవలం అనుభవంమీదనే ఆధార పడినట్టి విజ్ఞాన శాస్త్రములలోను, ప్రత్యక్షంగా గోచరించే విషయములనూ, వాటికి సంబంధించిన ఆలోచనలనూ అంత సులభంగా విడదీయ వీలుకాని సందర్భాలలోను ఈ తేడాలు చాలా తక్కువగా వ్యక్త మవుతుంటాయి.

'ఆవిష్కరణ' ('డిస్కవరీ') అనే పదంలో ఏదో నాటకీయమైన సంఘటన, భావోద్రేకం సూచిత మవుతూ ఉంటాయి. పొలం దున్నుతూంటే యాదృచ్ఛికంగా వజ్రం దొరికితే కలిగే ఉద్వేగమూ, ఉద్రేకమూ వంటి అనుభూతి ఇది. విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్ర అంతా ఇలాంటి నాటకీయమైన ఆవిష్కరణలతో నిండి ఉంటుంది. అందులో అడుగడుగునా ఆయా విషయాలను కనుగొన్న విజ్ఞానుల ప్రవర్తనలో తీక్ష ణమై కానవచ్చే ఉత్సాహోద్వేగాలు వ్యక్తమవుతుంటాయి. వైజ్ఞానికుల జీవితంలో

ఒకటి రెండు సన్నివేశాలను గురించి నేను చెప్పగలను. ఇందులో ఒకటి ఆర్కిమిడీస్‌కు సంబంధించినది. ఆయన జటిలమైన వైజ్ఞానిక సమస్యలను ఒకదానిని గురించి తీవ్రంగా ఆలోచిస్తూ స్నానం చేస్తున్నాడు. ఆ సమయంలో తాను ఆలోచిస్తున్న సమస్యకు సమాధానం మనస్సులో తళుక్కు మనగానే, స్నానం చేస్తూ చేస్తూనే "తెలిసింది, తెలిసింది" (యురేకా, యురేకా) అనుకుంటూ ఆనంద తన్మయత్వంతో ఒంటిమీద బట్టకూడా లేకుండా వీధిలోకి పరుగెత్తుకువచ్చాడని వైజ్ఞానికులు పరంపరగా చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. అప్పుడా నాడు ఆయన నిర్వచించిన సూత్రం విజ్ఞానశాఖలో అతి ప్రధానమైన 'హైడ్రోస్టాటిక్స్' నేటికీ ఆయన పేరుమీదుగా వ్యాప్తిలో ఉంది. అప్పుడు తాను కనుగొన్న ఈ నూతన సత్యం అత్యంత ప్రధానమైనది అనే పరిజ్ఞానం వల్ల కలిగే తీవ్రమైన భావోద్రేకమే ఈ కథకు ఇతివృత్తం. అట్టి సమయాలలో కలిగే ఆనందం అనిర్వచనీయం, అనుభవైకవేద్యం మాత్రమే. విజ్ఞాన వికాసానికి, వైజ్ఞానిక పరిశోధనలకు తమ జీవితాలను అంకితం చేసిన వారందరికీ కూడా ఇలాంటి నాటకీయతతో నిండివుండే అమూల్య క్షణాలు ఒకటి రెండు సార్లయినా తటస్థిస్తాయి. కేవలం జ్ఞాన సంపాదన కొరకే జీవితకాలమంతా గడిపినందువల్ల లభించగల మహత్తర బహుమానం ఈ క్షణాలే. అయితే ప్రతిసారీ ప్రతివారూ గొప్పగొప్ప విషయాలనే కనుగొనలేకపోవచ్చు. ఏమైనా తాను సైతం అంత ముఖ్యమైనవి కాకపోయినా, క్రొత్త విషయాలను కనుగొనగలిగానన్న సంతృప్తి విజ్ఞానులకు అమితమైన ప్రోత్సాహాన్ని కలిగిస్తూ ఉంటుంది. కాని అటువంటి చిన్నచిన్న ఆవిష్కరణలు అంతరాత్మను కదిలించే టంతటి నాటకీయత కలవి కావు.

వైజ్ఞానికులు ఎంతెంత గొప్ప విషయాలను కనుగొన్నా, బాహ్యప్రపంచం ఆదిలో ఆ సంగతిని గుర్తించలేదు. వానిని కనుగొన్న విజ్ఞానికి బ్రహ్మరథం పట్టనూ లేదు. పైగా దాని ప్రాధాన్యాన్ని అనేక విధాల తగ్గించడానికి ప్రయత్నించే అనాలోచనాపరులూ, అసూయాపరులదే మొదట్లో పైచేయిగా ఉండడం పరిపాటి. ప్రతి ఆవిష్కరణా కేవలం అనుకోకుండా యాదృచ్ఛికంగానో, లేక అదృష్టవశంగానో కనుగొన్నదేనని దుష్ప్రచారం చేయడం కూడా సర్వసాధారణమైపోయింది. దైవికంగా కొట్టుకువచ్చిన దన్నట్టుగా మాట్లాడుతారు. అలాంటి వ్యాఖ్యానాలు నిజంగా శోచనీయమైనవీ, అర్థరహితమైనవినీ. వైజ్ఞానికులు కనుగొన్నవన్నీ హఠాత్సంభవమనే ఊహ సరియైనదే అయితే, అవి ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలు కల ప్రతిభా

వంతులకు తప్ప, సామాన్యులకు ఎందుకు సాధ్యం కావడం లేదు? అని నా ప్రశ్న. కనుక వైజ్ఞానిక ఆవిష్కరణలన్నీ యాదృచ్ఛికా లనడం, లేదా అదృష్ట విశేషా లనడం సరికాదు. భావ్యం కాదు. తాను తప్పక కనుగొనగలననే ఆత్మవిశ్వాసంతో, ఆశతో, ఆసక్తితో, తనకు నచ్చిన విషయాన్ని ఎన్నుకొని ఉత్సాహంగా పని చేస్తూ, జ్ఞాన దృష్టితో సత్యాన్ని అన్వేషించేవారే, నూతన విశేషాలను ఆవిష్కరించ గలుగుతారు. వైజ్ఞానిక సత్యాల ఆవిష్కరణలో దాని నిజ స్వరూపాన్ని పరిశీలకులు చక్కగా గుర్తించ గలగడమే అతిముఖ్యకమైన అంశమని, ఇవి కేవలం యాదృచ్ఛికములని వాదించేవారు మరిచిపోతుంటారు. ఎందుకంటే తగినంత సామర్థ్యం, జ్ఞానం లేనివాడు వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొనడం ఏనాటికీ, ఎవ్వరికీ సాధ్యంకాదు. సాధారణంగా శాస్త్ర సంబంధములైన ఏ ఆవిష్కరణములైనా జాగ్రత్తగా ఆలోచించి నిర్ణయించుకొన్న ప్రణాళికానుసారంగా పట్టుదలతో కొనసాగించిన కృషి ఫలితములే గాని ఇతరములు కావు. కొన్ని మాసములపాటు, లేదా కొన్ని సంవత్సరాలపాటు నిర్ణీతరంగంలో క్రమపద్ధతిని కొనసాగించిన ఆలోచనకూ, పరిశోధనకూ ప్రతిఫలముగానే- ఈ ఫలితాలు అసలు రావడమంటూ ఉంటే - వస్తాయి.

వస్తుతః అతి ప్రధానమైన ప్రయోగములు, పరిశీలన ఫలితముగా లభించిన కొత్తకొత్త విషయాల ప్రాముఖ్యాన్ని గుర్తించడానికే ప్రపంచానికి ఒక్కొక్కప్పుడు చాలాకాలం పట్టుతున్నప్పుడు, అనుమాన ప్రమాణంతో సాధించిన కొత్త సిద్ధాంతాలను ఎవ్వరూ ఒకపట్టున వెంటనే ఆమోదించరు. అట్టివి అనాదరణీయములనీ, సందేహాస్పదములనీ భావించడం పరిపాటి. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఈ కొత్త అభిప్రాయాలను, సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించేవారు, వాటిని పదిమందిచేత ఆమోదింపచేయడానికి ముందు కొన్నేళ్ళపాటు పట్టు విడవకుండా వాదించడం, ప్రయోగమూలకంగా తిరుగు లేని ఉపపత్తిని చూపించడం చాలా అవసరం. ఈ సందర్భంలో ఎరీనియస్ సంగతిని ప్రస్తావించడం ఎంతో సముచితం. ఆయన డాక్టరేట్‌పట్టాన్ని పొందకోరి స్టాక్‌హోమ్ విశ్వ విద్యాలయానికి ద్రావణాలపై ఒక వైజ్ఞానిక వ్యాసాన్ని రచించి సమర్పించాడు. ఈ సందర్భంలో తాను ప్రతిపాదించిన వినూత్న సిద్ధాంతా లన్నింటికీ ప్రయోగ మూలకమూ, సోదాహరణ పూర్వకమూ అయిన ఉపపత్తు లెన్నింటినో పేర్కొన్నాడు. ఎంతో కష్టపడి, ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి, ఎంతోకాలం పరిశీలించి ప్రతిభాపూర్వకంగా రచించి సమర్పించిన విప్లవాత్మకమైన వ్యాసానికిగాను అతనికి లభించిన బహుమానం నాలుగో తరగతి డిగ్రీ మాత్రం. అందువల్ల విద్యాసంస్థలలో అధ్యా

వృత్తిని స్వీకరించే యోగ్యత అతనికి లేకుండా పోయింది. అయితేనేమి ఎరీనియస్ మహాశయుడు యీ ఆశాభంగానికి తట్టుకొని, చివరకు నోబుల్ బహుమానాన్ని పొంది మిక్కిలి గొప్ప శాస్త్రవేత్త యని సర్వత్రా సత్కరింపబడ్డాడు. ఇదే కాదు. ప్రతిభావంతులైన యువకులను నిరుత్సాహపరచి, వారిని ఎంతమాత్రం పైకి రాకుండా చేసిన విచారకరమైన సంఘటనలు కూడా ఎన్నో ఉన్నాయి.

విజ్ఞాన వికాస చరిత్రలో అతి ప్రధానమైన విషయం ఏమిటంటే మహత్తర వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొన్న ప్రతిభాశాలురలో చాలామంది యువకులే అయి ఉండడం. ఇందుకు అనేక ఉదాహరణలు చూపవచ్చు. ఏదైనా ఒక విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగాన్ని గురించి గ్రంథ రచనకు పూనుకొని యువకులు కనిపెట్టిన విషయములన్నింటినీ విడిచిపెట్టబూనితే గ్రంథస్థం చేయడానికి మిగిలే దేమీ ఉండదు. అసలు సంగతి ఏమిటంటే వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు జయప్రదం కావడానికి ముఖ్యంగా కావలసినది యువకులకు స్వభావసిద్ధంగా ఉండే నూతన దృక్పథమే కాని, వయస్సుచేత, అనుభవముచేత పక్వమైన విజ్ఞానమూ, అనుభవమూ కాదు అని. పైగా వయస్సుతో పాటుగా పెరిగే సంప్రదాయ వ్యామోహం వైజ్ఞానిక పురోగమనానికి అనేక విధాల అడ్డం వస్తుందని దీనిని బట్టి వెల్లడవుతుంది. యువకుల మనస్సులలో గొప్ప గొప్ప భావాలు సులభంగా కలుగుతాయి. అయితే ఆ నూతన భావాలను సరిగానూ, పూర్తిగానూ ఉపయోగంలోకి తీసుకురావడానికి చాలాకాలం అవసర మవుతుంది. కనుక వయస్సు, అనుభవం వైజ్ఞానిక కృషిలో కేవలం పనికిరానివి కావు. యువకుల మనస్సులలో విశృంఖలంగా పరుగులెత్తే భావములను నిరోధించడానికై వయస్సువలన కలిగే అనుభవం పూర్వాచార పరాయణత్వం కొంతవరకు ఉపయోగపడవచ్చు. ఇష్టమైతే పెద్దలు సైతం పిన్నలకుండే ఉత్సాహాన్ని, నవనవోన్మేషమైన దృక్పథాన్ని వయస్సుతోపాటు పెంపొందించుకోవచ్చు. అందుచేత వయస్సుతోబాటు తమలో కలిగే పూర్వాచార పరాయణత్వం పిన్నల ప్రతిభను అణచివెయ్యకుండా ఉండగలిగినంత వరకూ, పెద్దలు మార్గదర్శకులై పిన్నవారిని ఉత్సాహపరుస్తూ, కొత్త కొత్త పరిశీలనలకూ, పరిశోధనలకూ ప్రోత్సహిస్తూ ఉండవచ్చు. ఆ ప్రకారం పిన్నవారిలో ప్రతిభావంతులను కనిపెట్టి వారి శక్తియుక్తులు స్వేచ్ఛగా వ్యక్తపరుచుకోవడానికీ, వృద్ధి పొందించుకోవడానికీ ఎక్కువ అవకాశములను కలిగించడం, శాస్త్రజ్ఞులలోని పెద్ద తరము వారికి అవశ్యానుసరణీయమైన ముఖ్య కర్తవ్యం.

విజ్ఞాన వికాసానికై తమ యావచ్ఛక్తి యుక్తులనూ వినియోగించి అహరహం

అందుకోసమే పాటు పడుతుండేవారిని ప్రేరేపిస్తూ ఉండే దృక్పథాన్ని గురించి ఇంత వరకూ నే నేమీ ప్రస్తావించలేదు. ఇంతకూ ఏదో ఒక ఆదర్శం కోసం తమ్ము తాము అంకితం చేసుకొనేటట్టు మానవులను ప్రేరేపించే దేమిటి? అనే ప్రశ్నలో ఇది అంత ర్భాగం. నూత్న వినూత్న సృష్టి చేయాలనే తపనే విజ్ఞాన వ్యాసంగానికి ప్రధానమైన ప్రేరణ అని అందరూ ఒప్పుకుంటా రనుకుంటాను. చిత్రకారుడు, శిల్పి, వాస్తుశా స్త్రి జ్ఞుడు, కవి ఒక్కొక్కరు ఒక్కొక్క విధంగా ప్రకృతినుంచి ప్రేరణపొంది అందు వల్ల కలిగిన భావావేశాన్ని రంగులతోనో, చలువరాతిలోనో, లేదా నల్లరాతిలోనో, లేదా ఏర్చికూర్చిన మేలి ముత్యాల హారమువంటి లలిత మోహన సుందర వృత్తముల లోనో వ్యక్తీకరించడానికి ప్రయత్నిస్తారు. విజ్ఞానులు సైతం ప్రకృతి నారాధించే విద్యార్థులే. కనుక ప్రకృతినుంచే ప్రేరణ పొందుతారు. ప్రకృతిని గురించి తమ మన స్సులలో ఎన్నెన్నో సుందరభావ చిత్రాలను నిర్మించుకుంటాడు. అనంతమూ, అవ్యక్తమూ, నిగూఢమూ, క్లిష్టమూ అయిన ప్రకృతి పోకడలను అవగాహన చేసుకొని సులభ సూత్రాలను రూపొందించడానికి ప్రయత్నిస్తాడు. ఇందుకోసమని ఇతర కళాకారులవలెనే వైజ్ఞానికుడు సైతం కఠినమైన ఆత్మసంయమంతో తర్క బద్ధంగా తన కృషిని కొనసాగించుతాడు. వైజ్ఞానికులు మనకు అందించే ప్రకృతి చిత్రం నియమబద్ధమై పూర్వాపర సమన్వయంతో కూడి ఉంటుంది. నిజానికి అన్ని సౌందర్యముల కంటే భావ సౌందర్యమే మిక్కిలి శ్రేష్ఠమైనది. అనగా మనకు గల రసగ్రహణ శక్తినీ, బుద్ధినీ, చక్కగా మేళవించి ప్రకృతి పోకడలను వివరించేదే విజ్ఞానమంటే. కనుకనే సమస్త కళాసృష్టికి మకుటాయమానమైనది విజ్ఞానం.



మనసు ఫౌండేషన్ పుస్తకాల పరిశీలనాపట్టిక

పుస్తకం సంఖ్య	TPLA119B151
పుస్తకం పేరు	విజ్ఞానం విశేషాలు
తారీఖు	28/10/24
ముందు అట్ట	NO
వెనుక అట్ట	NO
మొత్తం పేజీలు	109
పెద్ద సైజు పేజీలు	NO
ఖాళీ పేజీలు	6,8
లేని పేజీలు	NO
తయారు చేసినది	Rehana
పేజీలు విడదీసినది	Rehana
స్కాన్ చేసినది	Aswini
పరీక్ష చేసినది	PRATHYUSHA
పేజీలు సరిచూసినది	
బైండింగు చేసినది	
ప్యాకింగు చేసినది	
పరిస్థితి	Good